

28.02.2
b63

биология

новые

ШПАРГАЛКИ

Справочные материалы



Издательский дом "ДРОФА"

8 • 9

классы

УДК 373:57
ББК 28.0я72
Б63

Составитель *В. Б. Захаров*

Б63 **Биология: 8—9 кл.: Справочные материалы/Сост. В. Б. Захаров. — 2-е изд. — М.: Дрофа, 1996. — 56 с.: ил. — (Шпаргалки).**
ISBN 5—7107—0777—5

Предлагаемое пособие — краткий справочник, содержащий сведения по зоологии позвоночных, анатомии и физиологии человека, т. е. основным разделам курса биологии, изучаемым в 8—9 классах общеобразовательных учебных заведений.

Пособие предназначено для школьников, готовящихся к выпускным экзаменам, и абитуриентов.

ББК 28.0я72

© «Дрофа», 1995

Б63

Зоология позвоночных

1

Тип Хордовые

Общая характеристика. Хордовые животные возникли в начале палеозойской эры. Произошли хордовые от общего с иглокожими предка, ведущего, в свою очередь, начало от неспециализированных свободноживущих многощетинковых кольчецов.

Ароморфозы: 1. Появление осевого скелета хорды как альтернативы другому типу опоры и месту прикрепления мышц — наружному скелету (хитиновому покрову) у членистоногих. 2. Изменение характера внутренней упорядоченности и взаимного расположения частей организма. Нервная система с брюшной стороны перемещается на спинную и располагается над хордой, пищеварительная трубка оказывается под хордой. 3. Появление принципиально нового типа нервной системы в виде трубки, образующейся в онтогенезе как впячивание эктодермы внутрь зародыша. 4. Связь органов газообмена с пищеварительной системой: появление жаберных щелей в переднем отделе глотки превратило дыхание из пассивного в активный процесс, связанный с пищеварением. Это приобретение усилило потребление кислорода и стало основой повышения интенсивности обменных процессов и всей жизнедеятельности хордовых животных. 5. Возникновение сердца, расположенного на брюшной стороне тела под хордой и пищеварительной трубкой, а также замена гладкой мускулатуры предков на поперечно-полосатую соматическую мускулатуру.

Общие принципы организации хордовых дают возможность разнообразной специализации частей организма путем преобразования и расширения их функциональных возможностей.

Тип хордовых объединяет три крупные группы: подтипы бесчерепных, личиночно-хордовых и черепных, или позвоночных.

Подтип Бесчерепные. Класс Ланцетники

Ланцетник

Строение тела. Форма рыбовидная, 4—8 см длиной. На головном конце находится рот со щупальцами, вдоль спины проходит плавник, переходящий в хвостовой и подхвостовой плавники. Череп отсутствует. Скелет внутренний; представлен хордой (тяж в плотной оболочке). Тело сегментировано, мышцы хорошо развиты.

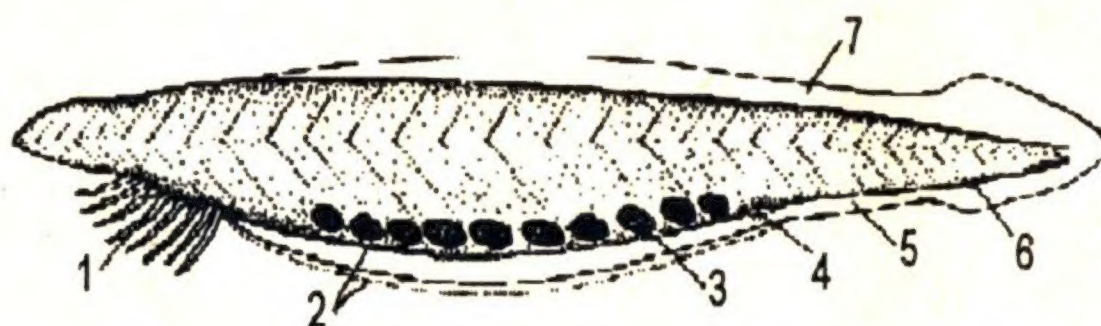


Схема строения ланцетника: 1 — ротовое отверстие, окруженное щупальцами, 2 — околожаберные складки кожи, 3 — половые железы, 4 — атриопор, 5 — анальный плавник, 6 — анальное отверстие, 7 — спинной плавник, переходящий в ланцетовидный хвостовой плавник

Покров. Однослойный эпидермис, под ним — тонкий слой соединительной ткани.

Полость тела. Вторичная.

Пищеварительная система. Включает рот, ротовую полость, глотку, среднюю кишку, куда впадает проток печени, заднюю кишку, анальное отверстие. Желудка нет. Питается беспозвоночными, которые попадают в рот с током воды.

Дыхательная система в виде длинных косых жаберных щелей на стенке глотки; защищены околожаберной полостью, которая имеет отверстие на брюшной стороне. Вода поступает в ротовое отверстие и выходит в околожаберное отверстие.

Кровеносная система. Замкнутая; представлена спинным и брюшным сосудами и капиллярами. Сердца нет, его роль выполняет брюшной

2

сосуд, по которому кровь движется к межаберным перегородкам. Кровь бесцветная, гемоглобина нет. Кровь разносит по организму питательные вещества и газы (O_2 , CO_2).

Выделительная система ланцетника. Выделительные трубки, расположенные по сегментам. Одним концом каждая трубка открывается в полость тела, другим — в околожаберную полость.

Нервная система. Центральная нервная система в виде трубки, расположенной по спинной стороне тела над хордой. Внутри трубки проходит канал. В каждом сегменте тела от трубки отходит две пары нервов.

Органы чувств. Очень примитивны. Вдоль нервной трубки расположены светочувствительные клетки; в поверхностном слое кожи расположены нервные клетки, воспринимающие химические раздражения. Вкус и запах улавливают осязательные клетки по всему телу.

Размножение. Раздельнополые животные. У самок яичники, у самцов семенники, расположенные по сегментам (25 пар). Половые клетки выходят через околожаберную полость в воду, оплодотворение наружное.

Развитие. Происходит в воде. Из зиготы развивается бластула, затем гастрюла, после чего из яйца выходит личинка и развивается около трех месяцев. Активно питается беспозвоночными животными — зоопланктоном. После чего опускается на дно и во взрослом состоянии ведет довольно пассивный образ жизни, зарываясь в грунт.

3

Подтип позвоночные

Позвоночные — высший подтип хордовых. По сравнению с бесчерепными и оболочниками они характеризуются значительно более высоким уровнем организации, что наглядно выражено как в их строении, так и в физиологических отправлениях.

Класс Рыбы

Общая характеристика. Рыбы возникли в силуре.

Появление рыб, ведущих начало от бесчелюстных предков, связано с множеством ароморфозов: 1. Дополнение или замена осевого скелета хорды хрящевым, а затем и костным позвоночником; образование черепа, окружающего мозг со всех сторон. 2. Появление челюстей, снабженных зубами. 3. Возникновение парных конечностей — плавников. 4. Прогрессивное развитие нервной системы, выражающееся в значительном увеличении переднего — двигательного отдела мозга и мозжечка — структур, обеспечивающих координацию движений. 5. Образование жабр. 6. Дифференцировка пищеварительной железы на отдельные специализированные органы: печень и поджелудочную железу. 7. Первичные почки. 8. Появление сердца на брюшной стороне тела.

Строение тела. Речной окунь. Форма тела обтекаемая, уплощенная с боков. Состоит из головы, туловища и хвоста. Непарные плавники — спинной, хвостовой, анальный; парные — грудные, брюшные.

Покров. Кожа, покрытая костными чешуями; в коже имеются железы, выделяющие слизь.

Скелет. Слагается из черепа, позвоночника, связанных с ним ребер, скелета плечевого и тазового поясов конечностей. Череп состоит из мозговой коробки, костей челюстей, жаберных дуг и жаберных крышек. Пластинки плавников поддерживаются костными лучами.

Мышцы. Сегментированные, однотипные, опираются на позвоночник, особенно мощные мышцы спины и хвоста. Мышцы обеспечивают также движения плавников, челюстей, жаберных крышек.

Пищеварительная система. Рот с зубами, глотка, пищевод, желудок, тонкий кишечник, куда впадают протоки печени и поджелудочной

железы, задний отдел кишечника, анальное отверстие. От переднего отдела кишечника отвляется плавательный пузырь. Он облегчает вертикальные перемещения рыбы в толще воды.

Дыхательная система. Жабры, состоящие из дуг с расположенными на них лепестками. Рыба заглатывает ртом воду, пропускает ее через жабры, где происходит поглощение кислорода и выделение диоксида углерода.

Кровеносная система. Сердце двухкамерное, состоит из предсердия и желудочка. Один круг кровообращения. Венозная кровь проходит через предсердие, затем желудочек сердца, попадает в аорту, артерию, которая многократно ветвится на капилляры в жабрах.

Выделительная система. Почки расположены вдоль позвоночника в виде вытянутых темно-красных тел. От них отходят мочеточники, по которым моча стекает в мочевой пузырь, затем удаляется через мочевое отверстие наружу.

Нервная система. Центральная нервная система представлена спинным и головным мозгом, периферическая — нервами. Спинной мозг находится в спинно-мозговом канале позвоночника. Головной мозг состоит из пяти отделов: переднего, среднего, промежуточного, продолговатого мозга и мозжечка; десять пар черепномозговых нервов.

Органы чувств. Органы зрения — глаза, орган слуха — внутреннее ухо, органы обоняния в носовой полости, органы вкуса (вкусовые почки) в ротовой полости и на губах. Боковая линия — орган, воспринимающий направление движения воды и силу тока воды.

Размножение. Раздельнополые животные. У самок парные яичники с икринками — яйцами. У самцов парные семенники — молоки, в которых развиваются сперматозоиды. Оплодотворение наружное.

Развитие. Оплодотворенная яйцеклетка (икринка) делится, проходя стадии бластулы, гаструлы, затем образуется личинка (на 9—14-й день). Личинка покидает оболочку икринок и начинает самостоятельную жизнь, питаясь планктоном. Из личинки образуется малек.

Представители: хрящевые рыбы (акулы и скаты); двоякодышащие; кистеперые (латимерия); лучеперые (окуневые, сельдеобразные, карпообразные и др.).

Класс Земноводные

Общая характеристика. Амфибии — немногочисленная группа наиболее просто устроенных наземных позвоночных, подавляющее большинство которых обитает, в зависимости от стадии жизненного цикла, в воде или на суше. В течение жизни земноводные, как правило, претерпевают метаморфоз, превращаясь из личинок, живущих в водной среде, во взрослые формы, занимающие ареалы вне воды. В связи с этим происходит смена жаберного дыхания на легочное, соответственно изменяется кровеносная система, появляются конечности, существенно видоизменяется система органов чувств.

Появление первых земноводных относят к концу девона, а расцвет к сменившему его каменноугольному периоду, который характеризовался жарким и влажным климатом.

Возникновение амфибий сопровождалось рядом ароморфозов: 1. Образование пятипалой конечности как системы рычагов, соединенных суставами. 2. Формирование органов воздушного дыхания — легких. 3. Прогрессивное развитие нервной системы и совершенствование органов чувств, позволившие эффективно приспосабливаться к новым, наземным условиям существования. 4. Возникновение трехкамерного сердца и второго круга кровообращения. 5. Дифференцировка мышц на крупные мышечные пучки, обеспечившая более совершенные формы движения.

Современная фауна представлена тремя отрядами амфибий: хвостатыми, бесхвостыми и безногими земноводными. Современные амфибии насчитывают немногим более 2500 видов.

Строение тела. Лягушка. Тело подразделяется на голову и туловище. Шея почти не выражена. Туловище уплощено в спинно-брюшном направлении. Каждая передняя конечность состоит из плеча, предплечья и четырехпалой кисти, задняя — из бедра, голени и пятипалой стопы.

Покров. Кожа голая, со слизистыми железами, постоянно увлажненная.

Скелет. Позвоночник, состоящий из одного шейного, семи туловищных, одного крестцового позвонков и хвостовой кости. Ребер и грудной клетки нет. Плечевой пояс представлен парными костями — лопатками, ключицами, вороньими костями и непарной костью грудины. Пояс задних конечностей состоит из парных подвздошной, седалищной и лобковой костей, образующих таз. Свободные конечности: передние включают плечевую, сросшиеся локтевую и лучевую кости, кости запястья, кисть и фаланги пальцев; задние — бедренную, сросшиеся большую и малую берцовые кости, кости предплюсны, плюсны и фаланги пальцев. Череп составлен лобно-теменной и затылочной костями, глазницами и челюстными костями.

Мышцы. Хорошо развиты в связи со способностью плавать и прыгать. Это мышцы ягодичные, бедренные (двуглавая и трехглавая), икроножные.

Пищеварительная система. Ротовое отверстие, ротовая полость с языком и протоками слюнных желез, пищевод, желудок, кишечник, состоящий из двенадцатиперстной кишки (куда впадают протоки печени и поджелудочной железы) и тонкой кишки, прямая кишка, заканчивающаяся расширением — клоакой.

Дыхательная система. Парные легкие, имеющие тонкие ячеистые стенки, пронизанные кровеносными капиллярами, где происходит газообмен. Дыхательные пути: ноздри, ротовая полость, гортань, легкие. Важную роль играет кожное дыхание, поэтому кожа всегда увлажнена.

Кровеносная система. Состоит из трехкамерного сердца (два предсердия и один желудочек) и сосудов. Два круга кровообращения — большой и малый (легочный). Оба круга кровообращения начинаются от желудочка, в результате сокращения которого кровь разного состава поступает в три разные артерии. Первая порция венозной крови выталкивается и попадает в легочные артерии, легкие, где становится артериальной, легочные вены и возвращается в левое предсердие — это малый круг кровообращения. Вторая порция крови из желудочка смешанная — выталкивается в аорту, по которой движется ко

всем органам тела и возвращается по венам, приносящим венозную кровь в правое предсердие. Часть смешанной крови поступает в кожу, где происходит газообмен в процессе кожного дыхания. Обогащенная кислородом кровь возвращается в вены, впадающие также в правое предсердие. Это большой круг кровообращения. Третья порция крови из желудочка сердца несет артериальную кровь в сонную артерию, идущую к головному мозгу. Кровотворным органом является красный костный мозг, где образуются клетки крови — эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

Выделительная система. Парные туловищные почки, мочеточники, клоака, мочевого пузыря. В почках кровь освобождается от избытка воды, солей, мочевины, в результате чего образуется моча, стекающая по мочеточникам в клоаку.

Нервная система. Головной и спинной мозг и нервы. Головной мозг состоит из пяти отделов: передний мозг (разделенный на два полушария), промежуточный, средний, продолговатый мозг и мозжечок (слаборазвитый); десять пар спинномозговых нервов. Спинной мозг заключен в спинно-мозговой канал позвоночника.

Органы чувств. Глаза, защищенные нижними и верхними веками; органы слуха, представленные слуховым отверстием, натянутым барабанной перепонкой, средним и внутренним ухом, защищенным костями черепа. Органы обоняния сообщаются с внешней средой парными ноздрями.

Размножение. Раздельнополые животные. У самки парные яичники, у самцов семенники. Оплодотворение наружное, в воде. Самкой выделяется икра (яйцеклетки), которая похожа на икру рыб, самцы выпускают на нее жидкость со сперматозоидами. Оплодотворенные яйца покрываются слизью.

Развитие. С превращением. Из яйца через 2 недели вылупляется личинка лягушки — головастики. Через 2—3 месяца он превращается в лягушку.

Представители: бесхвостые (лягушки, жабы); хвостатые (тритон, саламандра); безногие (червяки).

Класс Пресмыкающиеся

Общая характеристика. Рептилии — наземные позвоночные, произошли от древних земноводных — стегоцефалов.

Ароморфозы: 1. Прогрессивное развитие нервной системы — появление зачатка коры больших полушарий. 2. Возникновение вторичной почки. 3. Появление ячеистых легких. 4. Образование диафрагмы, разделяющей брюшную и грудную полости и обеспечивающую вместе с грудной клеткой всасывающий тип дыхания. 5. Прогрессивные преобразования скелета: подвижное сочленение черепа и позвоночного столба, грудная клетка, удлинение конечностей и т. д. 6. Развитие неполной перегородки в желудочке сердца, позволившее обеспечить снабжение мозга чисто артериальной кровью. 7. Возникновение зародышевых оболочек, обеспечивающих развитие эмбриона в наземных условиях.

В современной фауне насчитывают не более 6 тыс. видов рептилий, представляющих незначительную часть класса, процветавшего в мезозойскую эру. Существующие пресмыкающиеся образуют отряды чешуйчатых, крокодилов, черепах и клювоголовых пресмыкающихся.

Строение тела. Прыткая ящерица. Тело подразделяется на голову, шею, туловище и хвост. Части конечностей те же, что и у лягушки, но пятипалые, без перепонки, с когтями на концах пальцев.

Покров. Кожа сухая, с роговыми чешуйками, которая сбрасывается по мере роста животного.

Скелет. Состоит из черепа, позвоночника, верхних и нижних конечностей. Шейный отдел позвоночника состоит из восьми позвонков. Пояснично-грудной отдел сочленен ребрами с грудной клеткой. Имеется также крестцовый (2 позвонка) и хвостовой отделы позвоночника. Хвостовые позвонки способны разламываться и отделять хвост. Кости конечностей те же, что и у лягушки.

Мышцы. Более развиты, чем у лягушки. Имеются отличия — межреберные мышцы, обеспечивающие дыхательные движения.

Пищеварительная система. Включает рот, глотку, пищевод, желудок, тонкую кишку, толстую кишку, клоаку. В двенадцатиперстную кишку открываются протоки печени и поджелудочной железы. В ротовую полость впадают протоки слюнных желез.

Дыхательная система. Носовые отверстия, гортань, трахея, два бронха, парные легкие, имеющие ячеистое строение. Кожного дыхания нет.

Кровеносная система. Два круга кровообращения. Сердце трехкамерное, но в желудочке имеется зачаток перегородки, что препятствует полному смешиванию крови. Легочная артерия отходит от правой стороны желудочка и несет в легкие венозную кровь. Сонные артерии (разветвления правой дуги аорты) отходят от левой стороны желудочка и несут артериальную кровь в головной мозг. Левая дуга аорты отходит от средней части желудочка и несет смешанную кровь ко всем органам тела.

Выделительная система. Почки тазовые, от них отходят мочеточники. Моча выводится в клоаку, затем в мочевой пузырь, где накапливается и затем поступает через клоаку наружу.

Нервная система. Центральная, включающая головной и спинной мозг, и периферическая, представленная нервами, отходящими от головного (двенадцать пар черепномозговых нервов) и спинного мозга. Головной мозг состоит из пяти отделов; полушария переднего мозга более крупные, на их поверхности формируется кора. Мозжечок хорошо развит.

Органы чувств. Глаза защищены тремя веками. Органы слуха сходны с органами слуха земноводных, но барабанная перепонка расположена в небольшом углублении. Орган осязания — язык.

Размножение. У самок парные яичники, у самцов семенники. Оплодотворение внутреннее. Оплодотворенное яйцо увеличивается в размере, покрывается пергаментной оболочкой и выводится наружу.

Развитие. Прямое. В мае — июне откладываются яйца (5 — 15 шт.) с запасом питательных веществ в желтке, обычно в земле или под камнями. Под воздействием солнечного тепла в них развиваются и затем вылупляются маленькие ящерицы.

Представители: чешуйчатые (змеи, ящерицы, хамелеоны); крокодилы и черепахи.

Класс Птицы. Сизый голубь

Общая характеристика. Птицы возникли в юрском периоде и произошли от неспециализированных рептилий, ведущих лазящий образ жизни.

Возникновение класса сопровождалось следующими ароморфозами: 1. Прогрессивное развитие нервной системы (развитие коры больших полушарий, мозжечка, появление центра терморегуляции). 2. Появление четырехкамерного сердца и полное разделение кругов кровообращения. 3. Формирование губчатых легких. 4. Возникновение теплокровности (гомойотермности) как результата прогрессивных изменений в строении сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем. Современные птицы представлены более чем 8 тыс. видами, которые объединены в 35—40 отрядов, составляющих четыре подкласса.

Строение тела. Тело подразделяется на голову, шею, туловище и хвост. Передние конечности — крылья, задние — ноги. На голове клюв, состоящий из надклювья и подклювья. Ноги четырехпалые.

Покров. Кожа сухая, без желез, покрытая пухом и перьями (пуховыми и контурными). Контурные перья двух типов: маховые (на крыльях) и рулевые (хвостовая лопасть). Контурное перо состоит из очина, стержня и опахала, которое образовано густой сетью боронок 1-го и 2-го (с крючочками) порядков. Пуховые перья, расположенные под контурными, не имеют боронок 2-го порядка, поэтому они рыхлые. Копчиковая железа выделяет маслянистую жидкость, которой птица смазывает перья.

Скелет. Состоит из черепа, позвоночника, пояса передних и задних конечностей, свободных конечностей. Череп включает черепную коробку, глазницы, верхнюю и нижнюю челюсти (основа клюва). Позвоночник подразделяется на пять отделов: шейный (11 подвижно соединенных позвонков), грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой, соединенные неподвижно. Грудная клетка образована пятью парами ребер, состоящих из двух частей, сочлененных подвижно. Грудина снизу имеет высокий гребень — киль. Пояс передних конечностей представлен парными костями — лопатками, ключицами и

вороньими костями. Ключицы образуют вилочку. Скелет крыла состоит из плечевой кости, локтевой и лучевой костей, костей трехпалой кисти. Кости пояса задних конечностей — парные тазовые, сросшиеся с поясничным и крестцовым отделами позвоночника и первыми хвостовыми позвонками. Нога состоит из бедренной кости, сросшихся большой и малой берцовых костей, цевки (сросшиеся кости стопы) и четырех пальцев; кости полые.

Мышцы. Парные большие грудные, прикрепленные к груди и ее килю, служат для опускания крыла, подключичные мышцы — для подъема крыла. Хорошо развиты мышцы ног, шеи, межреберные.

Пищеварительная система. Роговые края челюстей образуют клюв, который служит для захвата и размельчения пищи. Ротовая полость (с языком), глотка, пищевод, зоб, желудок (железистый и мускульный), кишечник (печень, поджелудочная железа), задняя кишка, клоака. Помет птицы — смесь каловых масс и мочи.

Дыхательная система. Ноздри, носовая полость, гортань, трахея (голосовой аппарат), два легких (губчатые), воздушные мешки. Дыхание двойное. Газообмен при вдохе и при выдохе осуществляется в легких.

Кровеносная система. Сердце четырехкамерное, состоящее из левого и правого предсердий и левого и правого желудочков. Левая половина содержит артериальную кровь, правая — венозную. Два круга кровообращения, полностью изолированные друг от друга, в результате чего кровь не смешивается. Большой круг начинается от левого желудочка и заканчивается в правом предсердии, малый круг (легочный) начинается в правом желудочке и заканчивается в левом предсердии. Кровеносные сосуды большого круга кровообращения: аорта (правая дуга), артерии, капилляры, вены; малого — легочная артерия, капилляры, легочная вена.

Выделительная система. Тазовые почки, мочеточники, клоака. Мочевое пузыря нет. Моча очень высокой концентрации, так как обмен веществ усиленный. Моча выводится вместе с калом (помет).

Нервная система. Представлена головным и спинным мозгом и отходящими от них нервами. В головном мозге наиболее развиты большие полушария переднего мозга и мозжечок. Условные рефлексы.

Органы чувств. Глаза с широким полем зрения и высокой остротой. Органы слуха представлены внутренним (слуховая улитка и орган равновесия) и средним ухом (одна слуховая косточка). Слух очень тонкий. Обоняние развито слабо.

Размножение. У самок только один левый яичник и яйцевод, у самцов парные бобовидные семенники, семяпроводы и семенной пузырек в клоаке. Наружных половых органов нет: сперматозоиды переходят из клоаки самца в клоаку самки при их контакте. Оплодотворение осуществляется в яйцеводе, после чего яйцеклетка увеличивается в размерах, покрывается оболочками (желточной, белковой, двумя подскорлупными и известковой скорлупой) и в виде яйца выходит в клоаку.

Развитие. Начинается только в результате согревания яйца (насиживания). По мере развития появляется перьевой покров, клюв, а хвост исчезает. Клювом птенец прорывает оболочки яйца и впервые дышит легкими в воздушной камере. Писк птенца — начало легочного дыхания. Тип развития — птенцовый (гнездовой).

Приспособления к полету: 1. Преобразование передних конечностей в крылья. 2. Перьевой покров. 3. Изменения скелета: а) сросшийся во всех отделах, кроме шейного, позвоночник; б) образование выроста грудины — киля, как места для прикрепления мышц; в) полые, тонкостенные кости. 4. Развитие грудной — летательной мускулатуры. 5. Двойное дыхание, обеспечивающее насыщение крови кислородом на вдохе и выдохе. 6. Преобразования, направленные на облегчение тела в полете: а) замена челюстей, несущих зубы, на легкий роговой клюв; б) отсутствие одного из яичников; в) редукция заднего отдела кишечника.

Представители: бескилевые — бегающие (страусы); плавающие (пингвины); килегрудые (куриные, воробьиные, аистообразные, гусеобразные, голуби и многие другие).

Класс Млекопитающие

Первые представители появились на Земле в триасовом периоде. Предками древних млекопитающих являются неспециализированные палеозойские рептилии. В процессе эволюции первые млекопитающие дивергировали на две крупные ветви, одна из которых дала начало, в конце триаса, *однопроходным* (утконос, ехидна), а вторая, в меловом периоде уже была представлена группами высокоорганизованных зверей — *сумчатыми* (кенгуру, коала, сумчатый крот и др.) и *плацентарными*.

Эволюция млекопитающих сопровождалась рядом ароморфозов: 1. Высоким развитием нервной системы, в особенности коры больших полушарий. 2. Дифференцировкой позвоночного столба на четко выраженные отделы и перемещением конечностей с боков тела под туловище. 3. Возникновением органов, обеспечивающих развитие зародыша в теле матери, и выкармливание детенышей молоком. 4. Появлением шерстного покрова. 5. Полным разделением кругов кровообращения и возникновением теплокровности. 6. Возникновением альвеолярных легких.

Подкласс Плацентарные. Домашняя собака

Строение тела. Тело подразделяется на голову, шею, туловище и хвост. Две пары пятипалых конечностей с неубирающимися когтями находятся под туловищем. На голове — ушные раковины, чувствительные волосы, вытянутый нос, рот с губами, глаза с двумя веками и ресницами.

Покров. Волосяной, состоящий из шерсти (ости) и подшерстка, периодически линяющий. Потовых желез в коже мало, имеются сальные и пахучие железы. Молочные железы — видоизмененные потовые, с сосками.

Скелет. Включает череп, позвоночник, грудную клетку, пояса передних и задних конечностей, свободные конечности. Череп состоит из мозгового и лицевого отделов, глазниц, верхней и нижней челюстей, несущих 42 зуба, различных по форме и функции (резцы, клыки, коренные зубы).

Зубы находятся в лунках, состоят из корня, шейки и коронки, покрытой эмалью. Молочные сменяются постоянными. Позвоночник состоит из 7 шейных, 12 грудных, 6 поясничных позвонков, соединенных подвижно, 3—4 крестцовых, сросшихся с костями таза, и хвостовых (соединенных подвижно) позвонков. Число хвостовых позвонков различно. Грудная клетка образована грудным отделом позвоночника, 12 парами ребер и грудиной. Пояс передних конечностей: две лопатки с приросшими вороньими костями; ключицы не развиты. Пояс задних конечностей: кости таза — парные седалищные, лобковые, подвздошные. Свободные конечности: передние лапы — плечевая кость, локтевая и лучевая, кости запястья, кисти, пальцев; задние лапы — бедренная кость, большая и малая берцовые (на коленном суставе чашечка), в предплюсне — пяточная кость, кости стопы, кости пальцев.

Мышцы. Наиболее сильные жевательные, мышцы спины и конечностей. Диафрагма — мышца, участвующая в дыхательных движениях, разделяющая полость тела на грудной и брюшной отделы. Мимические мышцы.

Пищеварительная система. Рот с зубами, мышечный язык с вкусовыми сосочками, слюнные железы. Глотка, пищевод, желудок, кишечник (тонкая, толстая и прямая кишки). Печень и поджелудочная железа. Пища животная и растительная.

Дыхательная система. Носовая полость, состоящая из преддверия, дыхательного и обонятельного отделов; гортань (с голосовыми связками), трахея, два бронха, легкие (состоят из бронхиол и альвеол). Дыхательные движения с помощью грудной клетки и диафрагмы. Дыхание частое, неглубокое, поэтому теплоотдача осуществляется путем охлаждения поверхности верхних дыхательных путей, ротовой полости и языка.

Кровеносная система. Сердце четырехкамерное. Два круга кровообращения. От левого желудочка отходит только левая дуга аорты, от которой ответвляются артерии. Число сокращений сердца — 120 ударов в 1 мин.

Выделительная система. Тазовые почки бобовидной формы, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал. Выделение происходит также через кожу (потовые железы). Выводятся вода, соли, мочевины.

Нервная система. Центральная — головной и спинной мозг, периферическая — отходящие от них нервы. Кора больших полушарий мозга — центр высшей нервной деятельности. Кора образует извилины. Хорошо развит мозжечок. Сложные условные и безусловные рефлексы.

Органы чувств. Хорошо развиты органы обоняния, осязания и слуха. Ухо представлено наружным, средним (с тремя слуховыми косточками) и внутренним. Цветовое зрение не развито, но улавливаются позы, мимика, движения, так как это анализируется в коре головного мозга.

Размножение. У самок парные яичники, яйцевод, матка, влагалище, преддверие влагалища (туда же открывается мочевой проток). У самцов парные семенники (в мошонке), семяпровод, мочеполовой канал полового члена. Оплодотворение происходит в яйцеводах самки, куда проникает сперма. Зигота развивается в матке, где зародыш через плаценту получает от матери питание, кислород и освобождается от продуктов распада.

Развитие. После рождения детеныш питается молоком матери, которая по завершении молочного кормления передает жизненный опыт своему потомству (обучение).

Основные отряды плацентарных.

Насекомоядные (еж, крот, землеройка); рукокрылые (летучие мыши); грызуны (крыса, мышь); зайцеобразные (заяц беляк, заяц русак, кролик); хищные (волк, медведь, тигр, куница); ластоногие (морж, тюлень); китообразные (кит, дельфин); парнокопытные (лось, баран, кабан, бегемот); непарнокопытные (лошадь, осел, носорог); хоботные (слоны); приматы (обезьяны и человек).

Анатомия и физиология человека

Анатомия — наука, изучающая строение организма, его органов и тканей. **Физиология** — наука, изучающая функции целостного организма, отдельных органов и систем. **Тканями** называют совокупность клеток и межклеточного вещества, выполняющую специфические функции. Ткани формируют **органы** — структурно-функциональные объединения нескольких тканей, пространственно изолированных и занимающих определенное место в организме. Органы специализированы на выполнении определенных функций. Как правило, на организменном уровне органы объединены в **системы**, например, система органов дыхания, кровообращения и т. д.

Общий план строения тела человека

Типы телосложения

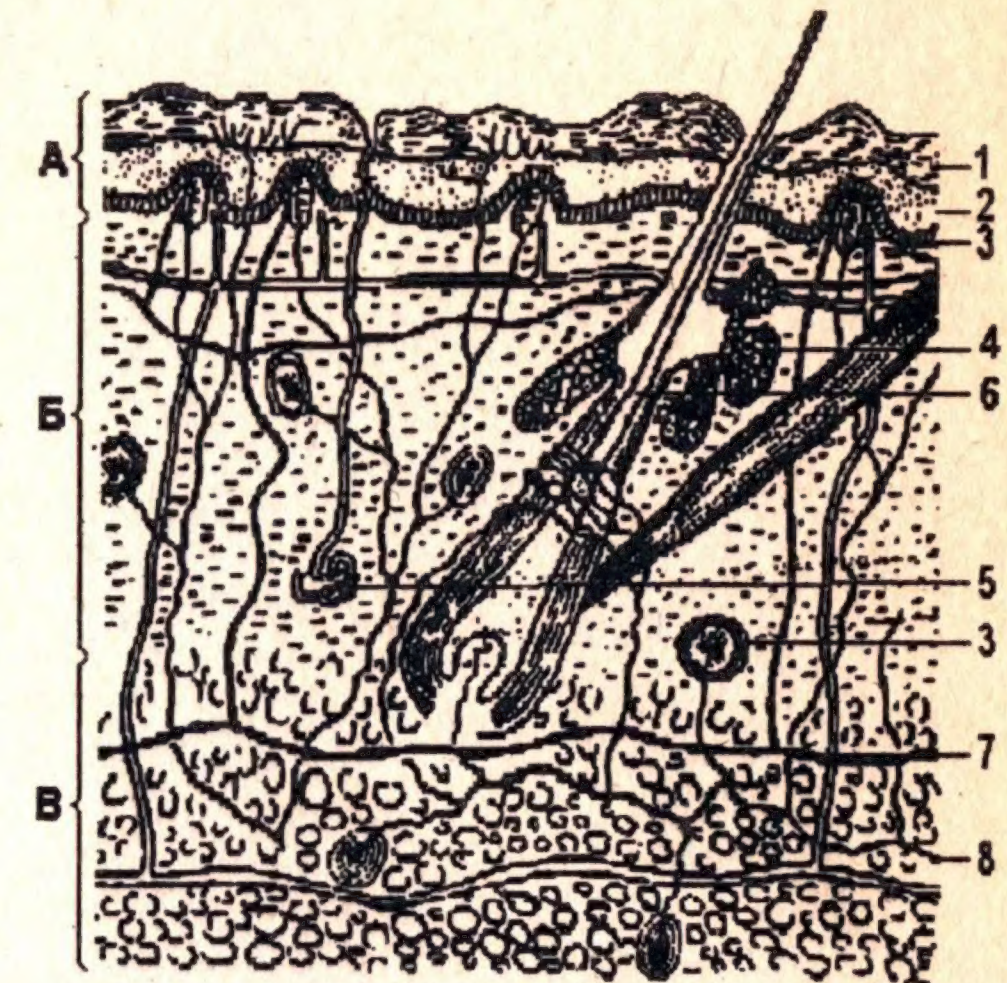
Независимо от половых различий люди разделяются по **конституциональным типам**. Выделяют три основных типа телосложения (или соматотипа): **мезоморфный**, **брахиморфный** и **долихоморфный**. К **мезоморфному** типу телосложения относятся люди, чьи анатомические пропорции приближаются к средним параметрам нормы (их называют также **нормостениками**). К **брахиморфному** типу относятся люди обычно невысокого роста, у которых преобладают передне-задние размеры (**гиперстеники**). Они отличаются круглой головой, большим животом, относительно слабыми руками и ногами. Люди, относящиеся к третьему — **долихоморфному** типу, отличаются стройностью, легкостью, относительно более длинными конечностями, слабо развитыми мышцами и тонкими костями. Подкожный жировой слой почти отсутствует.

Покровы тела

Снаружи тело человека покрыто кожей.

Строение кожи

Кожа состоит из **эпидермиса**, который развивается из наружного зародышевого листка — эктодермы, и **дермы**, имеющей мезодермальное происхождение.



Строение кожи: А — эпидермис, Б — дерма, В — подкожная жировая клетчатка: 1 — роговой слой эпидермиса, 2 — глубокий слой эпидермиса с живыми клетками, 3 — рецепторы, 4 — сальные железы, 5 — потовые железы, 6 — корень волоса, 7 — кровеносный сосуд, 8 — нерв

Эпидермис. По типу строения эпидермис — это многослойный плоский ороговевающий эпителий. Эпидермис содержит клетки, вырабатывающие пигмент **меланин**, от количества которого зависит цвет кожи. Меланин поглощает ультрафиолетовые лучи, тем самым защищая другие клетки от их повреждающего действия. Наружный слой эпидермиса, состоящий из мертвых клеток (чешуек), богатых белком кератином, играет защитную функцию. Он отличается плотностью, упругостью, непроницаем для воды и бактерий. Слущивающиеся роговые чешуйки замещаются новыми в процессе физиологической регенерации эпидермиса.

Дерма, или собственно кожа, толщиной 1—2,5 мм образована соединительной тканью, содержащей пучки прочных и эластичных волокон, обуславливающих механические свойства кожи. В дерму погружены образованные эпителиальными клетками эпидермиса кожные железы — потовые и сальные, а также корни волос. В дерме имеются гладкомышечные клетки, связанные с волосяными луковицами. В результате их сокращения меняется положение волоса. К производным эпидермиса относятся ногти.

Функции кожи

Кожа является самостоятельным сложным органом, выполняющим важные и разнообразные функции. К ним относятся: *защитная, дыхательная, терморегуляционная, выделительная, метаболическая.*

Кожа представляет собой огромное *рецепторное поле* осязательной, болевой, температурной чувствительности, через которое осуществляется связь организма с внешней средой. В коже находится большое количество нервных окончаний, особенно на пальцах рук, ладонях, подошвах, губах, наружных половых органах.

Чрезвычайно важна функция *желез кожи*. Потовые железы, которых насчитывается 2,0—2,5 млн, за сутки выделяют около 500 мл жидкости, в том числе минеральные соли и продукты азотистого обмена.

Выделительная функция. Потоотделение служит фактором терморегуляции, поскольку благодаря испарению пота кожа охлаждается.

Терморегулирующая функция кожи осуществляется также путем изменения просвета сосудов.

Измененной потовой железой является *молочная железа*. Эта железа недоразвита у мужчин, а у женщин в среднем достигает массы 150—200 г. У кормящих женщин масса железы возрастает до 300—400 г.

Опорно-двигательная система

Скелет

Опорой тела служит скелет. Кости скелета защищают внутренние органы от механических повреждений, к ним прикрепляются мышцы. В состав скелета входит более 200 костей, которые составляют осевой скелет и добавочный. К осевому скелету относятся: позвоночный столб (26 костей), череп (29 костей), грудная клетка (25 костей); к добавочному: кости поясов и конечностей (126 костей). Кости скелета представляют собой рычаги, приводимые в движение мышцами.

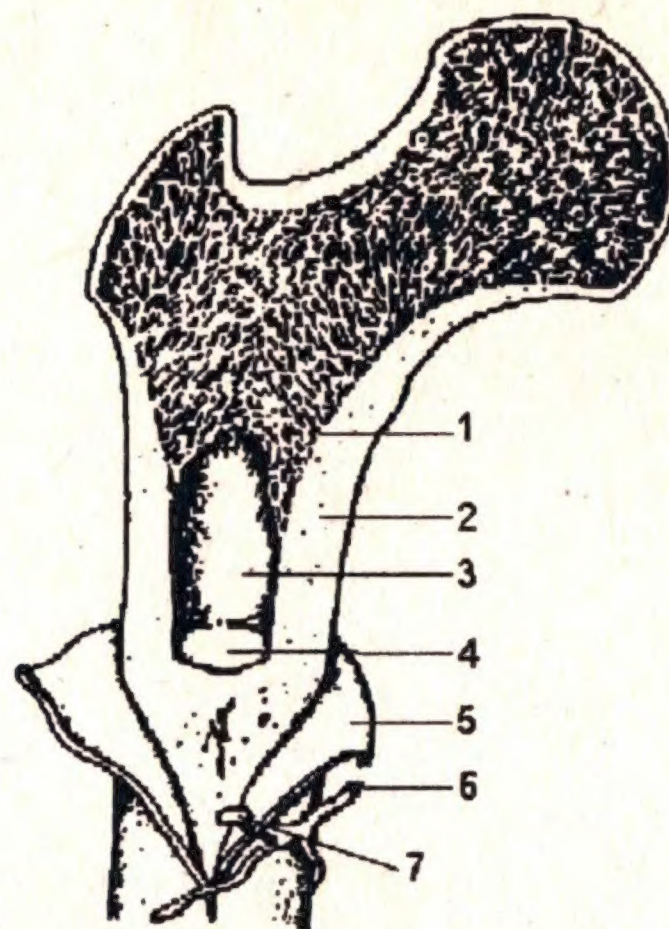


Схема строения трубчатой кости: 1 — губчатое вещество, 2 — компактное вещество, 3 — костно-мозговая полость, 4 — костный мозг, 5 — надкостница, 6 — кровеносный сосуд, 7 — питательное отверстие

Строение кости. Кости образованы *костной тканью*, состоящей из клеток и плотного межклеточного вещества. *Межклеточное вещество* на 67% состоит из неорганических веществ, в основном из соединений кальция и фосфора, а также на 33% из органических веществ, главным образом белка. Кость выдерживает большие нагрузки на сжатие и на излом. Это обусловлено особенностями ее строения. Различают *компактное* (плотное) и *губчатое* костное вещество.

Компактное вещество образовано плотно прилегающими костными пластинками, формирующими сложно организованные цилиндрические структуры — *остеоны*.

Губчатое вещество состоит из *перекладин*, расположенных дугообразно, соответственно направлениям, по которым кость испытывает механическую нагрузку.

Кость как орган. В трубчатых костях повышению их прочности служат и различия в структуре по направлению от центра к концам. Трубчатая кость в центре отличается большей твердостью и меньшей эластичностью, чем на концах. Снаружи кость покрыта надкостницей, которую пронизывают кровеносные сосуды, питающие кость. В надкостнице имеется много чувствительных нервных окончаний. Полость трубчатых костей заполнена красным костным мозгом, который в течение жизни заменяется желтым (жировой тканью).

Классификация костей. Кости отличаются друг от друга по форме и строению. Выделяют кости *трубчатые, плоские, смешанные* и *воздухоносные*. Среди трубчатых различают длинные (плечевая, бедренная, кости предплечья, голени) и короткие (кости пястья, плюсны, фаланги пальцев). Губчатые кости состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. Плоские кости участвуют в образовании полостей, поясов конечностей и выполняют функцию защиты (кости крыши черепа, грудина).

Смешанные кости имеют сложную форму и состоят из нескольких частей, имеющих разное происхождение. К смешанным костям относятся позвонки, кости основания черепа.

Воздухоносные кости имеют в своем теле полость, выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом. Таковы, например, некоторые части черепа: лобная, клиновидная, верхняя челюсть и некоторые другие.

Соединение костей. Существуют три группы соединения костей: *неподвижные, полуподвижные и подвижные* соединения — *суставы*.

Непрерывными называются соединения костей с помощью различных видов соединительной ткани. Таковы *швы* — соединения краев костей крыши черепа между собой тонкими прослойками соединительной ткани. Кости могут соединяться и с помощью *хряща*, например рукоятка грудины с ее телом.

Полусуставы также представляют собой *хрящевые* соединения, но в толще хряща имеется небольшая полость. К ним относятся соединения позвонков, лобковых костей.

Суставы — это подвижные соединения костей, обязательно включающие следующие элементы: *суставные поверхности* костей, покрытые хрящом; *суставную сумку*; *суставную полость*; *полостную жидкость*.

Сустав обычно укреплен связками. Жидкость облегчает скольжение суставных поверхностей костей и служит питательной средой для суставного хряща.

Суставы различают по числу и форме суставных поверхностей костей и по возможному объему движений, т.е. по числу осей, вокруг которых может совершаться движение. Так, по числу поверхностей суставы подразделяются на *простые* (две суставные поверхности) и *сложные* (более двух), по форме — на *плоские* (межзапястные, запястно-пястные и др.), *шаровидные* (плечевой, тазобедренный), *эллипсоидные* (между затылочной костью и первым шейным позвонком) и т. д.

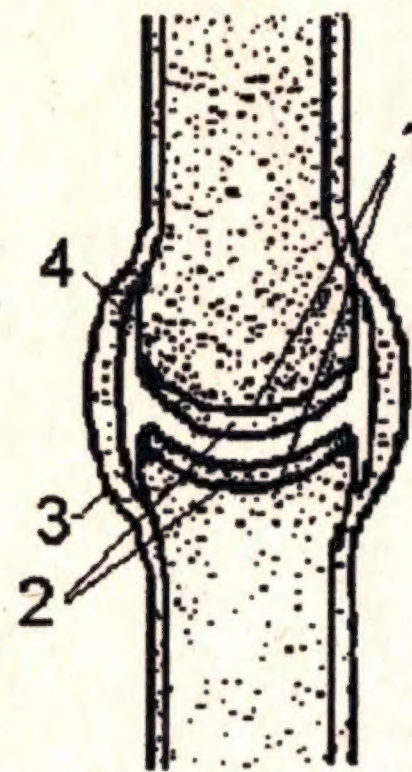


Схема строения сустава:
1 — суставные поверхности, 2 — суставной хрящ, 3 — суставная сумка, 4 — суставная полость

Скелет головы, или череп

Череп условно подразделяют на мозговую и лицевую отделы. Мозговой отдел (черепная коробка) служит вместилищем для мозга и защищает его от повреждений. Лицевой отдел является костной основой лица, включает начальные отделы пищеварительного тракта и дыхательных путей и образует вместилище для органов чувств.

Черепная коробка образована неподвижно соединенными плоскими костями. Спереди располагается большая непарная лобная кость, сверху — две теменные, с боковых сторон — височные, а сзади — непарная затылочная кость, в которой имеется так называемое большое затылочное отверстие.

Лицевой отдел черепа состоит из верхней и нижней челюстей, носовых, скуловых и других костей.

Скелет туловища

Состоит из позвоночника и грудной клетки. Позвоночник включает 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4—5 копчиковых позвонков. Крестцовые позвонки срастаются в крестец. Позвоночник образует *изгибы*, два из которых обращены выпуклостями вперед, а два — назад. Наличие изгибов отличает человека от других позвоночных и связано с вертикальным положением тела и прямохождением.

Каждый позвонок имеет *тело* и ряд *отростков*. Отростки, соединяясь, образуют *спинно-мозговой канал*, в который заключен спинной мозг. Между позвонками расположены упругие межпозвонковые диски. Позвоночник обладает большой подвижностью, его движения осуществляются вокруг трех осей.

Грудные позвонки, ребра и грудина образуют *грудную клетку*. У человека обычно имеются 12 пар ребер. Сзади они подвижно сочленяются с грудными позвонками, а спереди (кроме двух нижних) соединяются с грудиной.

Пояс верхних конечностей

Пояс передних конечностей состоит из пары лопаток и пары ключиц. Лопатки — плоские кости треугольной формы, лежащие на задней поверхности грудной клетки. Вместе с плечевой костью лопатка образует плечевой сустав. Ключица одним концом соединена с верхним концом грудины, другим — с лопатками. **Скелет верхних конечностей** включает плечевую кость, кости предплечья: локтевую и лучевую, а также кости кисти.

Пояс нижних конечностей

Пояс нижних конечностей состоит из таза. **Тазовый пояс** образован двумя массивными тазовыми костями, каждая из которых, в свою очередь, состоит из трех сросшихся костей — подвздошной, седалищной, лобковой. Тазовый пояс вместе с крестцом образует *таз*, защищающий внутренние органы. У женщин размеры таза больше, чем у мужчин, больше и величина нижнего отверстия, что связано с деторождением. На боковых поверхностях тазовых костей находится впадина, в которую входит головка бедренной кости, образуя тазобедренный сустав. **Скелет нижней конечности** включает бедренную кость, две кости голени (большую и малую берцовые) и стопу, состоящую из 26 мелких костей. В связи с прямохождением стопа человека приобрела сводчатую форму, обеспечивающую пружинистую походку.

Мышечная система

Различают два типа мышц — *гладкие* и *поперечно-полосатые* (скелетные). К поперечно-полосатым относится и сердечная мышца.

Гладкие мышцы входят в состав стенок полых внутренних органов — пищевода, желудка, кишечника, кровеносных и лимфатических сосудов, трахеи и бронхов, мочевого пузыря, матки и некоторых других. Гладкие мышцы состоят из отдельных веретеновидных клеток.

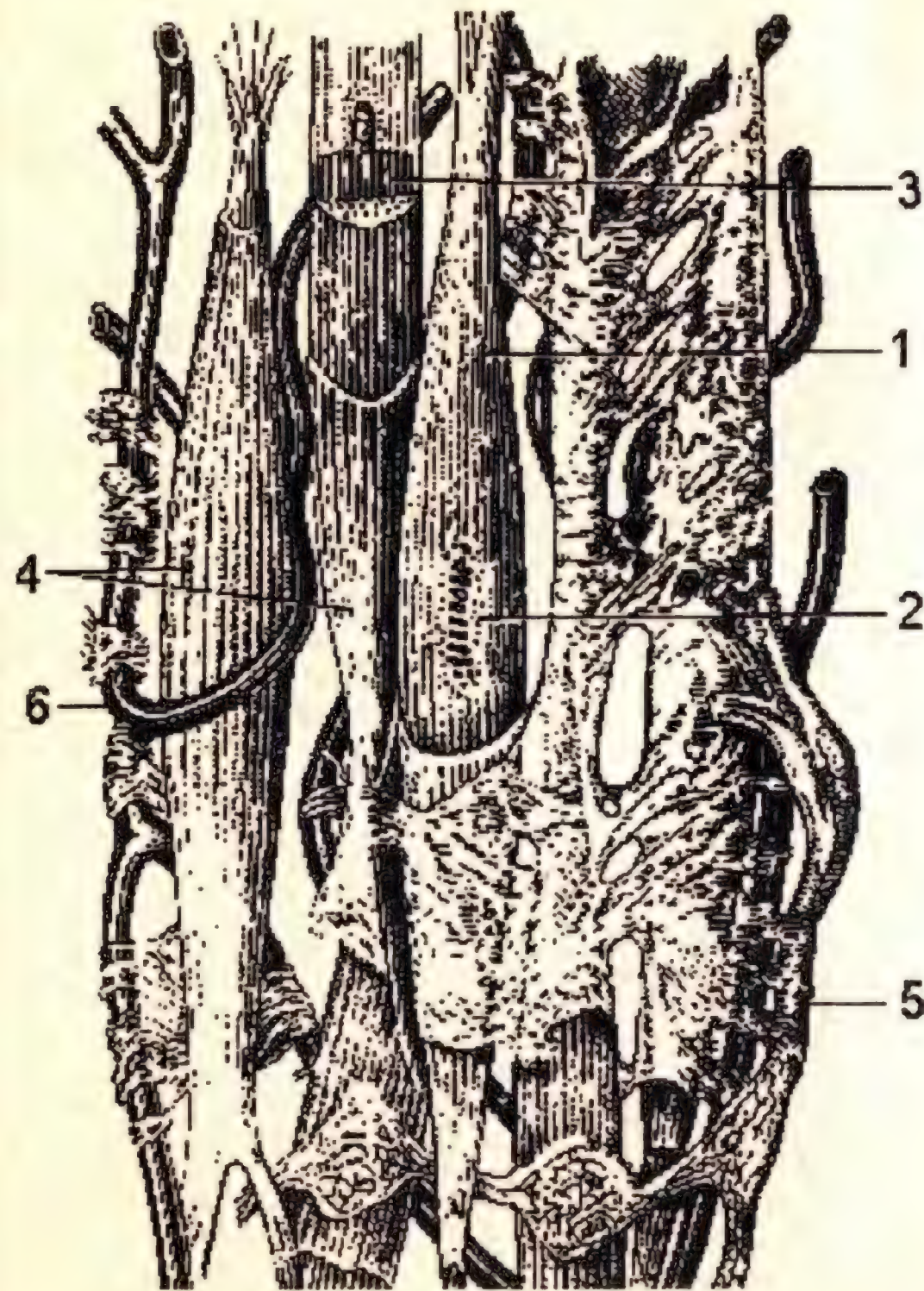


Схема строения гладкой мышечной ткани: 1 — гладкомышечная клетка, 2 — ядро, 3 — миофибриллы, 4 — сарколемма, 5 — нерв, 6 — кровеносный капилляр

Поперечно-полосатые мышцы, за небольшим исключением, прикрепляются к костям скелета, обеспечивают положение тела в пространстве и его движение.

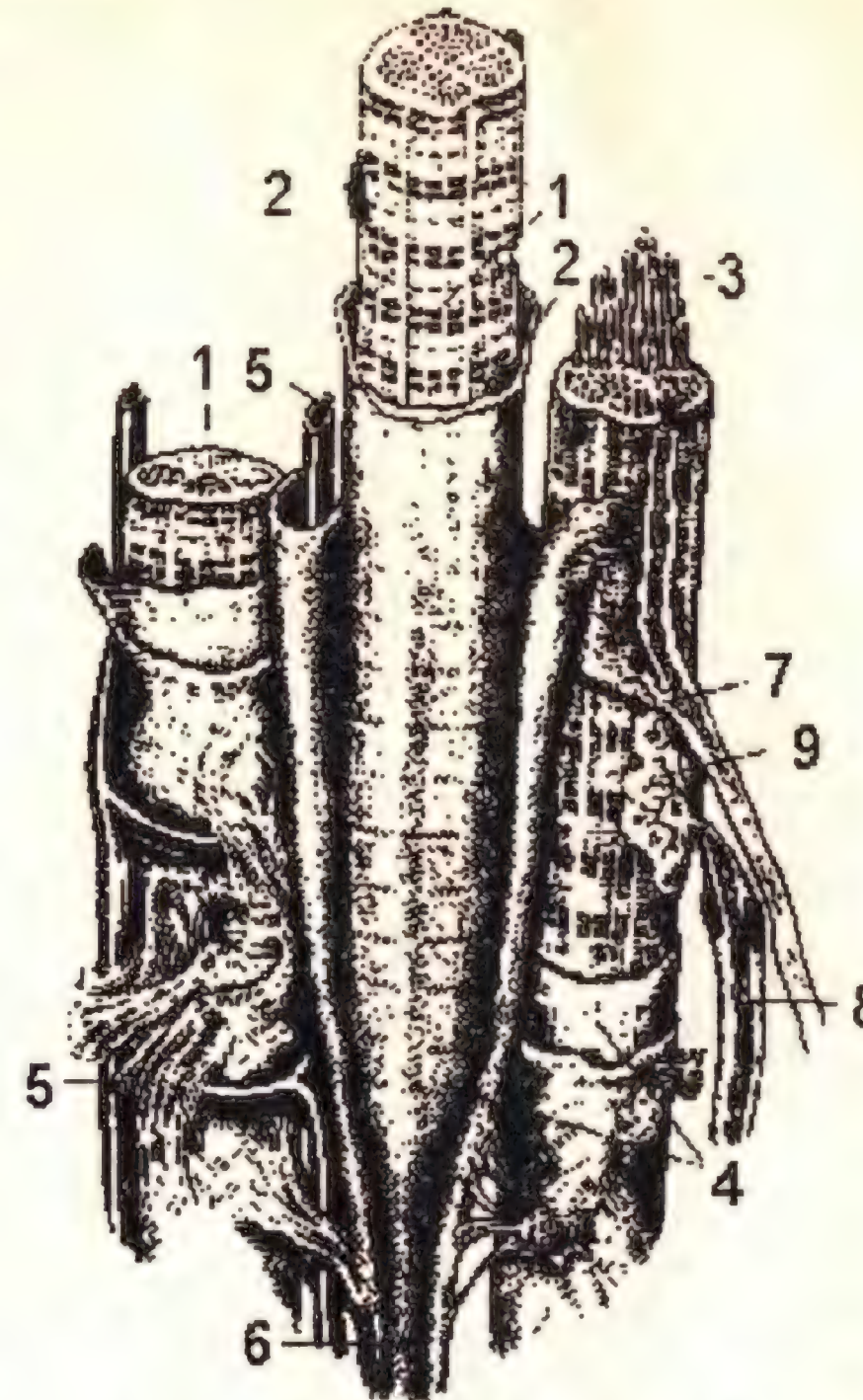


Схема строения поперечно-полосатой мышечной ткани: 1 — мышечные волокна, 2 — ядра, 3 — миофибриллы, 4 — сарколемма, 5 — кровеносные капилляры, 6 — сухожильная нить, 7 — вегетативное нервное волокно, 8 — соматическое (двигательное) нервное волокно, 9 — моторная нервная бляшка

Насчитывают более 400 скелетных мышц. Поперечно-полосатые мышцы состоят из мышечных волокон длиной от 1 мм до нескольких сантиметров. Мышечные волокна представляют собой цилиндрические структуры с большим количеством ядер, расположенных по периферии. Характерный признак скелетных мышечных волокон — их поперечная исчерченность.

Для сокращения и расслабления мышц требуется затрата энергии. В качестве источника энергии служат молекулы АТФ.

Классификация мышц. Скелетные мышцы делят на группы по месту расположения (мышцы головы, туловища, мышцы верхней и нижней конечностей). В свою очередь, каждая из этих групп делится на более мелкие, например среди мышц головы различают мимические и жевательные; среди мышц туловища — мышцы спины, мышцы живота, мышцы тазового дна. По форме мышцы бывают веретенообразные (на конечностях), лентовидные (передняя стенка живота), круговые (круговая мышца рта) и др.

Регуляция движения осуществляется центральной нервной системой на основе безусловных и условных рефлексов. В каждом мышечном волокне имеется чувствительное нервное окончание, импульсы от которого поступают в задние рога спинного мозга или в чувствительные ядра головного мозга. Каждое мышечное волокно несет на себе двигательные нервно-мышечные концевые пластинки, или моторные (двигательные) бляшки, берущие начало в мотонейронах передних рогов спинного мозга. Чувствительные нервные окончания воспринимают информацию о *тоне* (напряжении) мышечных волокон, степени их сокращения и передают ее в спинной и головной мозг. Через ядра спинного мозга и черепно-мозговых нервов она поступает в кору головного мозга. Здесь в области передней центральной извилины находится зона двигательного анализатора (моторная зона). Кора осуществляет условно-рефлекторную регуляцию произвольных движений, т. е. движений, которые выработались у человека в процессе индивидуального опыта. В регуляции безусловно-рефлекторных движений принимает участие мозжечок. Кора осуществляет связь с подкорковыми ядрами и мозжечком, т. е. выполняет интегрирующую функцию в регуляции движений.

Система органов пищеварения

Строение органов пищеварения

При поступлении в организм пища подвергается механической и химической обработке. Эти процессы происходят в органах пищеварения, которые состоят из пищевода, желудка, кишечника, желез. Расщепление пищи невозможно без ферментов, вырабатываемых пищеварительными железами.

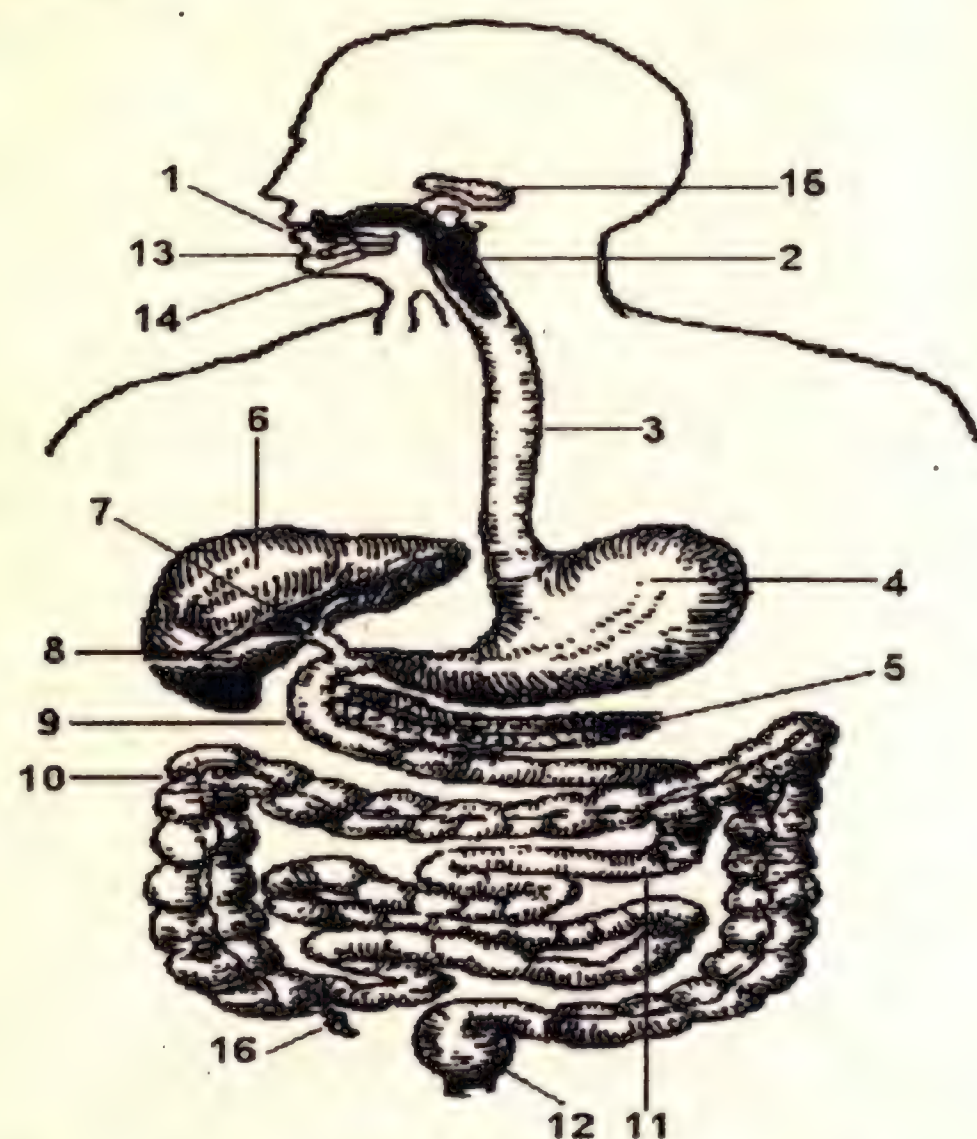


Схема строения пищеварительной системы: 1 - рот, 2 - глотка, 3 - пищевод, 4 - желудок, 5 - поджелудочная железа, 6 - печень, 7 - желчные протоки, 8 - желчный пузырь, 9 - двенадцатиперстная кишка, 10 - толстая кишка, 11 - тонкая кишка, 12 - прямая кишка, 13, 14, 15 - слюнные железы, 16 - аппендикс

Каждый фермент действует при определенных условиях, наиболее эффективно при температуре 38—40 °С. Ее повышение подавляет активность, а иногда и разрушает фермент. На ферменты оказывает влияние и химическая среда: одни из них активны только в кислой среде (например, пепсин), другие — в щелочной (ферменты сока поджелудочной железы).

Пищеварительный канал

Пищеварительный канал имеет длину около 8—10 м, и на всем протяжении он образует расширения — полости и сужения. Стенка пищеварительного канала состоит из трех слоев: *внутреннего, среднего и наружного*. Внутренний представлен слизистым и подслизистым слоями. Клетки слизистого слоя — самые поверхностные, обращены в просвет канала и вырабатывают слизь, а в расположенном под ним подслизистом слое залегают пищеварительные железы. Внутренний слой богат кровеносными и лимфатическими сосудами. Средний слой включает гладкую мускулатуру, которая, сокращаясь, передвигает пищу по пищеварительному каналу. Наружный слой состоит из соединительной ткани, образующей серозную оболочку, к которой прикрепляется брыжейка.

Пищеварительный канал подразделяют на следующие отделы: ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник.

Ротовая полость снизу ограничена мышцами, спереди и снаружи — зубами и деснами, сверху — твердым и мягким небом. Задний отдел мягкого неба выпячивается в виде язычка. Сзади и по бокам ротовой полости мягкое небо формируют складки — небные дужки, между которыми лежат небные миндалины. Миндалины есть у корня языка и в носоглотке, в совокупности они образуют лимфоидное глоточное кольцо, где частично задерживаются проникающие с пищей микробы. В полости рта находится язык, состоящий из поперечно-полосатой мышечной ткани, покрытой слизистой оболочкой. На его поверхности расположены нитевидные, грибовидные и листовидные сосочки, в которых оканчиваются вкусовые рецепторы. Рецепторы корня языка воспринимают горький вкус, рецепторы кончика — сладкий, а рецепторы боковых поверхностей — кислый и соленый. В ячейках челюстей находятся зубы, механически перерабатывающие пищу. У человека 32 зуба, они дифференцированы: в каждой половине челюсти имеются два *резца*, один *клык*, два *малых коренных* и три *больших коренных*.

В зубе выделяют коронку, шейку и корень. Часть зуба, выступающая на поверхность челюсти, называется коронкой. Она состоит из дентина — вещества, близкого к кости, и покрыта эмалью, обладающей значительно большей плотностью, чем дентин. Суженная часть зуба, лежащая на границе между коронкой и корнем, называется шейкой. Часть зуба, находящаяся в лунке, именуется корнем. Корень, как и шейка, состоит из дентина и с поверхности покрыт веществом, напоминающим кость, — цементом. Внутри зуба имеется полость, заполненная рыхлой соединительной тканью с нервами и кровеносными сосудами, образующими пульпу.

Слизистая оболочка рта богата железами, выделяющими слизь. В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных *слюнных желез*: околоушной, подъязычных, подчелюстных и множества мелких. Слюна на 98—99% состоит из воды; из органических веществ в ней содержится белок муцин и ферменты *птиалин* и *мальтаза*.

Глотка. Ротовая полость сзади переходит в воронкообразную глотку, соединяющую рот с пищеводом. В глотке перекрещиваются пищеварительные и дыхательные пути. Акт глотания происходит в результате сокращения поперечно-полосатых мышц, и пища попадает в пищевод — мышечную трубку длиной около 25 см.

Пищевод проходит через диафрагму и на уровне 11-го грудного позвонка открывается в желудок.

Желудок — это расширенный отдел пищеварительного канала, расположенный в верхней части брюшной полости под диафрагмой. В нем выделяют входную и выходную части, дно, тело, а также большую и малую кривизну. Слизистая оболочка складчатая, что при заполнении пищей позволяет желудку растягиваться. В средней части желудка находятся железы. Они образованы тремя видами клеток, которые выделяют либо ферменты, либо соляную кислоту, либо слизь. Пища из желудка поступает в тонкий кишечник длиной 5—7 м.

Начальный отдел кишечника — *двенадцатиперстная кишка*, далее идут *тощая* и *подвздошная*. Двенадцатиперстная кишка (около 25 см) имеет форму подковы, в нее открываются протоки печени и поджелудочной железы.

Печень — самая крупная железа пищеварительного тракта. Состоит из двух неравных долей, располагается в брюшной полости, справа под диафрагмой. Вся венозная кровь от кишечника, желудка, селезенки и от поджелудочной железы поступает в печень через воротную вену. Здесь кровь освобождается от вредных продуктов. На нижней поверхности печени расположен желчный пузырь — резервуар, в котором скапливается *желчь*, вырабатываемая печенью.

Основную массу печени составляют эпителиальные (железистые) клетки, продуцирующие желчь. Желчь поступает в печеночный проток, соединяясь с протоком желчного пузыря, образует общий желчный проток, открывающийся в двенадцатиперстную кишку. Желчь горькая на вкус, содержит 90% воды и 10% органических и минеральных веществ.

Кроме эпителиальных клеток в печени имеются клетки звездчатой формы, обладающие фагоцитарными свойствами. Печень участвует в процессе обмена углеводов, накапливая в своих клетках гликоген (животный крахмал), который здесь же может расщепляться до глюкозы. Печень регулирует поступление глюкозы в кровь, тем самым поддерживая концентрацию сахара на постоянном уровне. В ней синтезируются белки фибриноген и протромбин, участвующие в свертывании крови. Одновременно она обезвреживает некоторые ядовитые вещества, образующиеся в результате гниения белков и поступающие с током крови из толстого кишечника. В ней же расщепляются аминокислоты, в результате чего образуется аммиак, который превращается здесь в мочевину. Работа печени по обезвреживанию ядовитых продуктов всасывания и обмена веществ составляет ее *барьерную функцию*.

Поджелудочная железа вырабатывает поджелудочный (панкреатический) сок, который поступает в двенадцатиперстную кишку. Сок имеет щелочную реакцию и содержит несколько ферментов, участвующих в расщеплении белков, жиров и углеводов.

Тонкий отдел кишечника. Слизистая стенка тонкой кишки содержит много трубчатых желез, выделяющих кишечный сок, и покрыта тончайшими выростами — ворсинками. Их общее количество достигает 4 млн, высота ворсинок около 1 мм, совместная всасывающая поверхность примерно 200 м². Поверхность ворсинок покрыта однослойным эпителием; в центре ее проходят лимфатический сосуд и артерия, распадающиеся на капилляры. Благодаря мышечным волокнам и нервным разветвлениям ворсинка способна сокращаться. Это осуществляется рефлексорно в ответ на соприкосновение с пищевой кашицей и усиливает циркуляцию лимфы и крови в период пищеварения и всасывания. Тощая и подвздошная кишка с их ворсинками — основное место всасывания питательных веществ.

Толстый отдел кишечника имеет длину — около 1,5—2 м и объединяет *слепую* (с червеобразным отростком), *ободочную*, *сигмовидную* и *прямую* кишку. Слизистая оболочка толстого кишечника имеет полулунные складки, но ворсинок в ней нет. Брюшина, покрывающая толстую кишку, имеет жировые кольцеобразные складки. Конечный отдел пищеварительной трубки — прямая кишка, заканчивающаяся анальным отверстием.

Переваривание пищи

В ротовой полости пища размельчается зубами и смачивается слюной. Слюна, обволакивая пищу, облегчает ее проглатывание. Фермент птиалин расщепляет крахмал до промежуточного продукта — дисахарида мальтозы, а фермент мальтаза превращает ее в простой сахар — глюкозу. Действуют они лишь в щелочной среде, но их работа продолжается также в нейтральной и слабокислой среде в желудке до тех пор, пока пищевой комок не пропитается кислым желудочным соком.

В желудке происходит дальнейшее переваривание пищи. *Желудочный сок* содержит ферменты пепсин, липазу и соляную кислоту. Пепсин действует лишь в кислой среде, расщепляя белки до пептидов. Липаза желудочного сока разлагает только эмульгированный жир (жир молока).

Желудочный сок выделяется в *две фазы*.

Первая фаза начинается в результате раздражения пищей рецепторов ротовой полости и глотки, а также зрительных и обонятельных рецепторов (вид, запах пищи). Возникшее в рецепторах возбуждение по центростремительным нервам поступает в пищеварительный центр, расположенный в продолговатом мозгу, а оттуда — по центробежным нервам — к слюнным железам и железам желудка.

Сокоотделение в ответ на раздражение рецепторов глотки и рта является безусловным рефлексом, а сокоотделение в ответ на раздражение обонятельных и вкусовых рецепторов — условным рефлексом.

Вторая фаза секреции вызывается механическими и химическими раздражениями. При этом раздражителями служат мясные, рыбные и овощные отвары, соль, фруктовый сок.

Тонкая кишка. Пища из желудка небольшими порциями продвигается в двенадцатиперстную кишку, куда поступает желчь, поджелудочный и кишечный сок. Скорость поступления пищи из желудка в нижележащие отделы неодинакова: жирная пища задерживается в желудке долго, молочная и содержащая углеводы переходит в кишечник быстро.

Поджелудочный сок — бесцветная жидкость щелочной реакции. Он содержит ферменты — трипсин и некоторые другие, которые расщепляют пептиды до аминокислот. Амилаза, мальтаза и лактаза действуют на углеводы, превращая их в глюкозу, лактозу и фруктозу. Липаза расщепляет жиры на глицерин и жирные кислоты. Продолжительность отделения поджелудочной железой сока, его количество и переваривающая сила зависят от характера пищи.

Всасывание. После механической и химической (ферментативной) переработки пищи продукты расщепления — *аминокислоты, глюкоза, глицерин и жирные кислоты* — всасываются в кровь и лимфу. Всасывание — сложный физиологический процесс, осуществляемый ворсинками тонкого отдела кишечника и идущий только в одном направлении — из кишечника в ворсинки. Незначительное всасывание некоторых веществ начинается еще в желудке (сахара, растворенные соли, алкоголь, некоторые фармацевтические препараты). Пищеварение в основном заканчивается в тонком кишечнике; железы толстого кишечника выделяют преимущественно слизь.

В **толстом отделе кишечника** главным образом всасывается вода (около 4 л за сутки). В этом отделе кишечника обитает огромное количество бактерий, при их участии расщепляется целлюлоза растительных клеток (клетчатка), которая проходит весь пищеварительный тракт без изменения. Бактерии синтезируют некоторые витамины из группы В и витамин К, необходимые организму человека.

Внутренняя среда организма

Кровь, лимфа и тканевая жидкость образуют внутреннюю среду организма, которая окружает все клетки. Благодаря относительному постоянству химического состава и физико-химическим свойствам внутренней среды клетки организма существуют в относительно неизменных условиях и менее подвержены влияниям внешней среды.

Тканевая жидкость

Тканевая жидкость бесцветна, прозрачна и образуется из жидкой части крови — плазмы, проникающей через стенки кровеносных сосудов в межклеточные пространства, и из продуктов обмена веществ, поступающих из клеток. Тканевая жидкость омывает клетки тканей организма, которые поглощают из нее питательные вещества и кислород и выделяют диоксид углерода, воду и другие продукты жизнедеятельности. Между тканевой жидкостью и кровью (ее плазмой) происходит обмен веществ путем диффузии через стенки капилляров.

Лимфа

Лимфа — полупрозрачная жидкость желтоватосоломенного цвета, образующаяся из тканевой жидкости, которая поступает в капилляры лимфатических сосудов, берущих начало в межклеточных пространствах. По составу лимфа напоминает плазму крови, но белков в ней меньше. Лимфатические сосуды, сливаясь друг с другом, образуют два больших лимфатических протока, которые впадают в крупные вены.

Кровь

Кровь — ярко-красная жидкость, циркулирующая в замкнутой системе кровеносных сосудов человека и представляющая собой разновидность соединительной ткани. В организме содержится около 5 л крови.

Состав крови

Кровь состоит из плазмы (55% объема крови) — жидкого межклеточного вещества — и взвешенных в ней форменных элементов (45% объема крови) — *эритроцитов, лейкоцитов и кровяных пластинок (тромбоцитов)*.

Плазма крови

Представляет собой жидкую часть крови, коллоидный раствор белков. В ее состав входит вода (90—92%) и органические и неорганические вещества (8—10%). Из органических веществ в плазме больше всего белков (в среднем 7—8%) — *альбуминов, глобулинов и фибриногена*. (Плазма, не содержащая фибриноген, называется *сывороткой* крови.) Кроме того, в ней содержатся *глюкоза, жир и жироподобные вещества, аминокислоты, мочевины, мочевины и молочная кислота, ферменты, гормоны* и т. д. Неорганические вещества составляют 0,9—1,0% плазмы крови. Это в основном соли натрия, калия, кальция, магния и др. Водный раствор солей, который по концентрации соответствует содержанию солей в плазме крови, называется *физиологическим раствором*. Он используется в медицине для восполнения недостающей в организме жидкости.

Растворенные в плазме крови белки, минеральные соли и другие вещества создают определенное осмотическое давление, играющее важную роль в обмене воды между тканями и кровью. Белки придают плазме вязкость, играют важную роль в свертывании крови.

Форменные элементы крови

Красные кровяные клетки, или *эритроциты*, — это безъядерные клетки двояковогнутой формы, диаметр которых составляет 7,5 мкм. В 1 мм³ крови их насчитывается примерно 5 млн. Суммарная поверхность эритроцитов одного человека составляет 3800 м². Основная их функция — перенос кислорода от легких к тканям. Окраска эритроцитов определяется содержащимся в них белком — гемоглобином. В среде, богатой кислородом, гемоглобин присоединяет его и превращается в *оксигемоглобин*. И наоборот, в среде, где мало кислорода, оксигемоглобин легко отдает его и опять становится гемоглобином. Эритроциты образуются в красном костном мозге. Жизнеспособны они в течение 3—4 месяцев. Старые эритроциты разрушаются в селезенке.

Белые кровяные клетки, или лейкоциты, — бесцветные клетки, имеющие ядро и способные к активному амебоидному движению. В 1 мм³ крови содержится 6—8 тыс. лейкоцитов разных типов (*лимфоциты, моноциты, базофилы, эозинофилы и нейтрофилы*). Они образуются в красном костном мозге, лимфатических узлах и селезенке. Продолжительность их жизни — несколько дней. Со способностью лейкоцитов поглощать бактерии и отмершие клетки, а также вырабатывать антитела тесно связано их участие в защитных и восстановительных процессах в организме. Проходя сквозь стенки кровеносных сосудов, лейкоциты могут выходить из кровеносного русла, перемещаться в промежутках между клетками тканей организма и скапливаться в пораженных участках тела. Здесь они при помощи ложноножек захватывают, а затем втягивают внутрь цитоплазмы и уничтожают различные микроорганизмы или отмершие клетки организма. Переваривая или разрушая их, лейкоциты гибнут.

Кровяные пластинки, или тромбоциты, — мелкие (2—5 мкм в диаметре) безъядерные тельца. В 1 мм³ крови насчитывается 250—400 тыс. тромбоцитов, участвующих в процессах свертывания крови.

Функции крови

Кровь выполняет следующие функции: 1) *питательную* — доставляет тканям и органам питательные вещества, воду, минеральные соли и витамины; 2) *выделительную* — удаляет через органы выделения продукты распада; 3) *дыхательную* — обеспечивает газообмен в легких и тканях; 4) *регуляторную* — осуществляет гуморальную регуляцию деятельности различных органов, разнося по организму гормоны и другие вещества, усиливающие или тормозящие работу органов; 5) *защитную*, так как в ней имеются клетки, способные к фагоцитозу, и особые белки крови — *антитела*, препятствующие размножению организмов или нейтрализующие их ядовитые выделения; 6) *терморегуляторную* — кровь принимает участие в поддержании постоянной температуры тела.

Свертывание крови

Свертывание крови — сложный процесс, заключающийся в переводе растворимого белка фибриногена в нерастворимый фибрин. Образующийся при этом сгусток — *тромб*, состоящий из волокон фибрина и клеток крови, — закупоривает кровеносный сосуд, что препятствует кровопотере. Необходимые условия осуществления процесса свертывания крови — присутствие в плазме солей кальция и разрушение оболочек кровяных пластинок. Соли кальция активируют фермент протромбин, а из тромбоцитов (при разрушении оболочек) в плазму переходит фермент тромбопластин, который и переводит протромбин в активный фермент тромбин, что и способствует свертыванию крови, переводя фибриноген в фибрин. Свертывание крови — важное защитное приспособление организма, предохраняющее его от потери крови. У людей, страдающих гемофилией, кровь не способна свертываться.

Иммунитет

Явление фагоцитоза, открытое И. И. Мечниковым, положило начало изучению защитных свойств крови и явилось основополагающим моментом при разработке учения об иммунитете. *Под иммунитетом принято понимать врожденную или приобретенную невосприимчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам.* Защита организма от инфекции обеспечивается не только клетками — *фагоцитами*, но и особыми белковыми веществами — *антителами*, вырабатываемыми в ответ на появление в организме чужеродных белков. В плазме крови антитела способны склеивать или разрушать микроорганизмы. Выработка антител происходит с участием лимфоцитов — особого вида лейкоцитов. Антитела обладают строгой специфичностью: они действуют только на тот микроб или выработанный ими яд, который послужил причиной их образования.

С нарушением иммунитета связана болезнь СПИД, или синдром приобретенного иммунодефицита. Возбудитель этой болезни — вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) — поражает белые кровяные клетки (лимфоциты и моноциты), что приводит к снижению уровня иммунной защиты организма и заканчивается смертью.

Врожденный иммунитет наследуется организмом от родителей. Он обусловлен наследственно закрепленными особенностями организма. Так, благодаря естественному иммунитету человек невосприимчив к чуме собак.

Приобретенный иммунитет вырабатывается у человека после перенесенного инфекционного заболевания. Он держится долго (иногда всю жизнь), предохраняя организм от повторного заболевания. Например, у людей, переболевших в детстве корью, эта болезнь больше не повторяется, что обусловлено присутствием в крови соответствующих антител.

Искусственный иммунитет. Учение об иммунитете легло в основу широко применяемого в медицинской практике предупреждения наиболее распространенных заболеваний путем *вакцинации*, т. е. введения, как правило в детском возрасте, ослабленных или убитых возбудителей этих болезней или выделяемых ими ядовитых веществ — токсинов. Болезнь в этом случае протекает в легкой форме. В ответ на прививку организм вырабатывает антитела, и у него возникает *искусственный активный иммунитет*.

Различают также *искусственный пассивный иммунитет*, который создается путем введения человеку *сыворотки крови* специально зараженных для этой цели животных (обычно лошадей). Такая сыворотка содержит готовые *антитела* против возбудителей этой болезни. Пассивно приобретенный иммунитет сохраняется очень недолго — обычно около месяца, но действует очень быстро, обеспечивая успешную борьбу с тяжелыми инфекционными заболеваниями (например, с дифтерией).

Научное объяснение явления иммунитета впервые было дано французским ученым Луи Пастером (1822—1895).

Переливание крови

Значительные потери крови опасны для жизни, так как вызывают нарушение постоянства внутренней среды организма, падение давления и уменьшение количества гемоглобина. Переливание крови известно с давних времен. Однако ранее попытки переливания крови часто заканчивались смертью. Лишь в 1901 г. было установлено, что кровь одного человека не всегда совместима с кровью другого.

Склеивание эритроцитов (*агглютинация*) обусловлено присутствием на эритроцитах донора вещества — *агглютиногена* (А или/и В), а в плазме крови реципиента — *склеивающего вещества* — *агглютинина* (α или/и β). При этом склеивание происходит в том случае, если встречаются агглютиноген А с агглютинином α и агглютиноген В с агглютинином β. Кровь всех людей была разделена на четыре группы в зависимости от присутствия в них агглютиногенов и агглютининов:

Группа	Агглютиноген в эритроцитах	Агглютинин в плазме крови
I(0)	Нет	α и β
II(A)	A	β
III(B)	B	α
IV(AB)	AB	Нет

Изучение групп крови позволило установить, что люди с I группой (универсальные доноры) могут отдавать ее лицам всех четырех групп, а им самим можно переливать кровь только I группы. Кровь людей II группы можно переливать лицам, имеющим II и IV группы; кровь III группы — лицам с III и IV группами, а людям IV группы (универсальные реципиенты) можно переливать кровь всех четырех групп, сами же они могут быть донорами только для лиц с IV группой крови.

Система органов кровообращения

Постоянное движение крови по сосудам обеспечивается деятельностью сердца. Кровообращение обеспечивает ткани помимо кислорода питательными веществами, регуляторами физиологических функций — гормонами, а также выводит из организма продукты обмена веществ. Система кровообращения состоит из *сердца, артерий, вен и капилляров*.

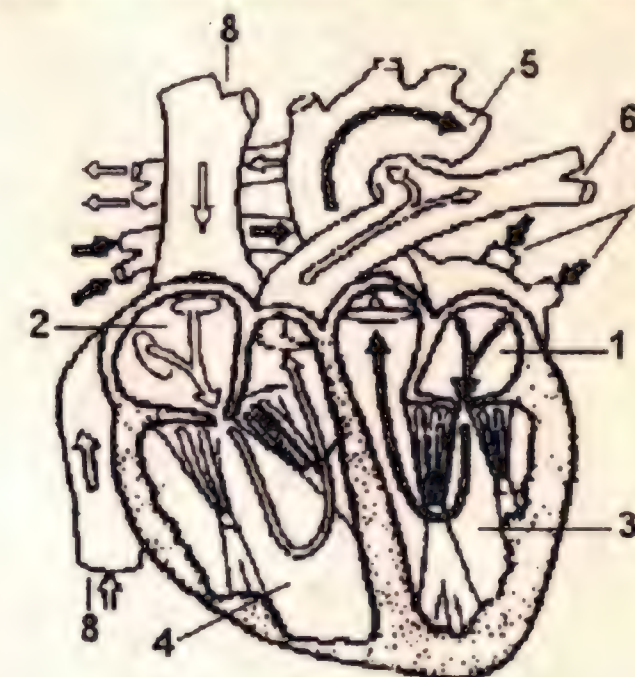
Строение и деятельность сердца

Сердце представляет собой полый четырехкамерный мышечный орган и делится на правую и левую половины сплошной перегородкой. Каждая из половин состоит из двух отделов: *предсердия* и *желудочка*, соединяющихся между собой отверстием, которое закрывается створчатым *предсердно-желудочковым* клапаном. В левой половине клапан состоит из двух створок, в правой — из трех. Клапаны открываются в сторону желудочков. Этому способствуют сухожильные нити, которые одним концом прикрепляются к створкам клапанов, а другим — к мышцам, расположенным на стенках желудочков.

В правое предсердие кровь поступает из верхней и нижней полых вен и венечных вен самого сердца, в левое предсердие впадают четыре легочные вены. Из желудочков отходят сосуды: из правого — легочный ствол, который делится на две ветви и несет венозную кровь в правое и левое легкое, т. е. в малый круг кровообращения; левый желудочек дает начало аорте, по которой артериальная кровь поступает в большой круг кровообращения. На границе левого желудочка и аорты, правого желудочка и легочного ствола имеются *полулунные* клапаны (по три створки в каждом). Они закрывают просветы аорты и легочного ствола и пропускают кровь из желудочков в сосуды, но препятствуют обратному току крови из сосудов в желудочки.

Стенка сердца включает три слоя: внутренний — *эндокард*, образованный клетками эпителия, средний — *миокард* — мышечный и наружный — *эпикард*, состоящий из соединительной ткани и покрытый эпителием. Снаружи сердце покрыто соединительно-тканной оболочкой — *околосердечной сумкой*, или *перикардом*, также выстланным с внутренней стороны эпите-

лием. Между эпикардом и сердечной сумкой находится полость, заполненная жидкостью. Миокард образован особой поперечно-полосатой мышечной тканью, сокращающейся произвольно. Для сердечной мышцы характерна *автоматия* — способность сокращаться под действием импульсов, возникающих в самом сердце.



Строение сердца: 1 — левое предсердие, 2 — правое предсердие, 3 — левый желудочек, 4 — правый желудочек, 5 — аорта, 6 — легочная артерия, 7 — легочные вены, 8 — полые вены.

Работа сердца. В работе сердца различают *три фазы*. Первая — *сокращение предсердий*, вторая — *сокращение желудочков* — *систола*, третья — *одновременное расслабление предсердий и желудочков* — *диастола*.

Сердечный цикл. Период от одного сокращения предсердий до другого называется *сердечным циклом*. Каждый цикл длится 0,8 с. Из этого времени на сокращение предсердий приходится 0,1 с, на сокращение желудочков — 0,3 с, а общая пауза сердца длится 0,4 с.

Регуляция работы сердца. Работа сердца регулируется нервной системой в зависимости от воздействия внутренней и внешней среды: концентрация ионов калия и кальция, гормона щитовидной железы, состояния покоя или физической работы, эмоционального напряжения. К сердцу как к рабочему органу подходят два вида центробежных нервных волокон, относящихся к вегетативной нервной системе. Одна пара нервов (симпатические волокна) при раздражении усиливает и учащает сердечные сокращения. При раздражении другой пары нервов (ветви блуждающего нерва) импульсы, поступающие к сердцу, ослабляют его деятельность.

Кровообращение

Движение крови по сосудам называется *кровообращением*. Кровь движется по кровеносным сосудам, образуя замкнутую кровеносную систему. Различают три вида сосудов: *артерии, вены и капилляры*.

Артерии

Артерии — это сосуды, по которым кровь течет от сердца к органам. Самый крупный из них — аорта; она разветвляется на артерии. Распределяются артерии в соответствии с двусторонней симметрией тела: в каждой половине есть сонная артерия, подключичная, подвздошная, бедренная и т. д. От них отходят ветви к костям, мышцам, суставам, внутренним органам.

В органах артерии ветвятся на сосуды более мелкого диаметра. Самые мелкие из артерий называются *артериолами*, которые, в свою очередь, распадаются на капилляры. Стенки артерий довольно толстые и состоят из трех слоев: *наружного соединительно-тканного, среднего гладкомышечного с наибольшей толщиной и внутреннего, образованного одним слоем плоских клеток*.

Капилляры

Капилляры — самые тонкие кровеносные сосуды. Их диаметр составляет 4—20 мкм. Кровь по ним движется гораздо медленнее, чем в аорте. Стенки капилляров состоят только из одного слоя плоских клеток — *эндотелия*. Через такой тонкий слой и происходит обмен веществ между кровью и тканями.

Перемещаясь по капиллярам, артериальная кровь постепенно превращается в венозную, поступающую в вены, по которым кровь оттекает от органов и тканей к сердцу.

Вены

Стенка вен, как и артерий, *трехслойная*, но средний слой содержит гораздо меньше мышечных и эластических волокон, чем в артериях, а внутренняя стенка образует *карманоподобные клапаны*, расположенные по направлению тока крови и препятствующие обратному току крови.

Распределение вен также соответствует двусторонней симметрии тела. От нижних конечностей венозная кровь собирается в бедренные вены, которые объединяются в более крупные подвздошные, дающие начало нижней полой вене. От головы и шеи венозная кровь оттекает по двум яремным венам, по одной с каждой стороны, а от верхних конечностей — по подключичным венам; последние, сливаясь с яремными венами, образуют безымянную вену на каждой стороне, которые соединяются в верхнюю полую вену.

Кровь от кишечника и желудка оттекает к печени, образуя систему воротной вены, и в составе печеночной вены поступает в нижнюю полую вену.

Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке и заканчивается в правом предсердии.

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке и заканчивается в левом предсердии.

Давление крови. Пульс

Кровь движется по сосудам благодаря ритмичной работе сердца. Во время сокращения желудочков кровь под давлением нагнетается в аорту и легочный ствол. Здесь развивается самое высокое давление — 150 мм рт. ст. По мере продвижения крови по артериям давление снижается до 120 мм рт. ст., а в капиллярах — до 22 мм рт. ст. Самое низкое давление в венах; в крупных венах оно ниже атмосферного.

Кровь из желудочков выбрасывается порциями, а непрерывность ее течения обеспечивается эластичностью стенок артерий. Ритмические колебания диаметра артериальных сосудов, вызываемые работой сердца, называются *пульсом*. Он легко прощупывается в местах, где артерии лежат на кости (лучевая, тыльная сторона стопы). У взрослого человека в состоянии покоя частота пульса равна 60—70 ударам в минуту.

Скорость кровотока

С наибольшей скоростью кровь течет в аорте — около 0,5 м/с. В дальнейшем скорость движения падает и в артериях достигает 0,25 м/с, а в капиллярах — приблизительно 0,5 мм/с.

Регуляция кровообращения

Движение крови по сосудам регулируется нервно-гуморальными факторами. Импульсы, посылаемые по нервным окончаниям, могут вызывать или сужение, или расширение просвета сосудов. К гладкой мускулатуре стенок сосудов подходят два вида сосудодвигательных нервов: *сосудорасширяющие и сосудосуживающие*. Импульсы, идущие по этим нервным волокнам, возникают в сосудодвигательном центре продолговатого мозга.

Сходный эффект может возникнуть и под влиянием гуморальных факторов — химических веществ, которые находятся в крови и поступают сюда с пищей и из различных внутренних органов. Расширение и сужение сосудов в различных органах существенно влияет на перераспределение крови в организме. В работающий орган, где сосуды расширены, направляется крови больше, в неработающий орган — меньше. *Депонирующими* органами служат селезенка, печень, подкожная жировая клетчатка.

Лимфообращение

Движение лимфы по сосудам называется *лимфообращением*. Лимфатическая система способствует дополнительному оттоку жидкости из органов. Стенки лимфатических сосудов тонки и, подобно венам, имеют клапаны. Движение лимфы очень медленное (0,3 мм/мин) и происходит благодаря сокращению мышц тела и стенок лимфатических сосудов. Она движется лишь в одном направлении — от органов к сердцу. Лимфатические капилляры переходят в более крупные сосуды, которые собираются в правый и левый грудные протоки, впадающие в крупные вены. По ходу лимфатических сосудов располагаются лимфатические узлы: в паху, в подколенной и подмышечной впадинах, под нижней челюстью. В состав лимфатических узлов входят клетки, обладающие фагоцитарной активностью. Клетки лимфатических узлов участвуют в образовании антител и лимфоцитов.

Система органов дыхания

Дыханием называется процесс газообмена между организмом и окружающей средой.

Строение органов дыхания

Обмен газов между кровью и воздухом осуществляется дыхательной системой, включающей *воздухоносные пути* и *легкие*.

Воздухоносные пути

Воздухоносные пути начинаются *носовой полостью*, далее следуют *гортань*, *трахея*, *bronхи*.

Носовая полость. Воздух через наружные отверстия (ноздри) поступает в полость носа, которая разделена костно-хрящевой перегородкой на две половины. Через внутренние отверстия полость носа сообщается с носоглоткой. Внутренняя поверхность полости носа покрыта слизистой оболочкой, верхний слой которой образован ресничным эпителием. Слизь вместе с осевшими на ней пылевыми частицами удаляется движением ресничек. В верхней части носовой полости находятся окончания обонятельного нерва, воспринимающие различные запахи.

Гортань. Из носоглотки и глотки воздух поступает в гортань, которая состоит из нескольких хрящей, укрепленных связками (щитовидный, перстневидный, два черпаловидных и надгортанник), и подъязычной кости. От отростков черпаловидных хрящей и внутренней поверхности щитовидного хряща протягиваются *голосовые связки*, между которыми находится *голосовая щель*. Колебания голосовых связок, вызванные движениями голосовых мышц во время выдоха, создают звук. В воспроизведении членораздельной речи кроме голосовых связок принимают участие также язык, губы, щеки, мягкое нёбо, надгортанник.

Трахея. На уровне 6—7-го шейного позвонков гортань переходит в дыхательное горло — трахею. Она состоит из хрящевых полуколец, которые препятствуют спадению ее стенок.

Бронхи. Нижний конец трахеи делится на два бронха, которые затем многократно ветвятся, образуя в легких *бронхиальное дерево*. Самые тонкие веточки называются *бронхиолами*. Бронхиолы переходят в альвеолярные ходы, на стенках которых находятся многочисленные тонкостенные выпячивания — альвеолы, оплетенные густой сетью капилляров. Между стенками альвеол и капилляров происходит газообмен.

Легкие

Легкие занимают почти весь объем грудной полости и представляют собой упругие губчатые органы. В центральной части легкого располагаются ворота, куда входят бронхи, легочная артерия, нервы, а выходят легочные вены. Правое легкое делится бороздами на три доли, левое — на две. Снаружи легкие покрыты плеврой, которая состоит из двух листков: внутреннего, покрывающего легкое, и наружного, выстилающего внутреннюю полость грудной клетки. Между этими листками находится замкнутая плевральная полость с небольшим количеством жидкости. Жидкость уменьшает трение листков при дыхательных движениях легких.

Вентиляция легких

Количество воздуха, поступающего в легкие при каждом спокойном вдохе и выходящего при спокойном выдохе, называется *дыхательным объемом*. У взрослого человека он равен 500 см³. **Легочная вентиляция** — это количество воздуха, проходящего за одну минуту через легкие, или произведение дыхательного объема на число дыхательных движений (14—15 в 1 мин). В покое у взрослого человека она составляет около 7 л воздуха в минуту. При глубоком вдохе человек может вдохнуть еще 1500 см³ воздуха (*дополнительный воздух*), а после обычного выдоха он способен выдохнуть 1500 см³ *резервного воздуха*. Сумма объемов дыхательного, резервного и дополнительного воздуха составляет *жизненную емкость*. В среднем у взрослого человека она равна 3000—4500 см³. Легкие не спадают даже при максимальном выдохе, так как в них остается еще около 1500 см³ воздуха, который называется *остаточным*.

Газообмен в легких и тканях

Перенос кислорода из окружающей среды к клеткам, где он вступает в химические реакции, включает ряд стадий: 1) вентиляцию легких (доставка кислорода в альвеолы); 2) диффузию кислорода из альвеол в кровь легочных капилляров; 3) перенос его кровью к капиллярам тканей; 4) диффузию из капилляров в окружающие ткани. Первая и вторая стадии называются *легочным* (внешним) дыханием, а четвертая — *тканевым* дыханием.

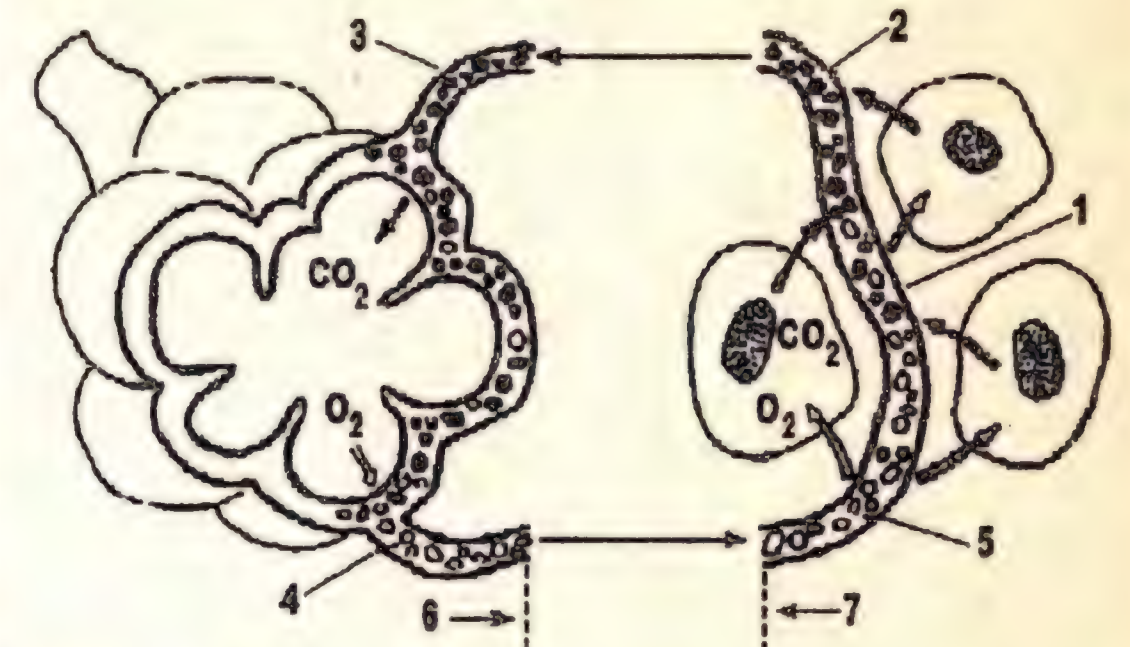


Схема газообмена в организме: 1 — межклеточная жидкость, 2 — венозный капилляр, 3 — капилляр, несущий венозную кровь к альвеолам, 4, 5 — капилляры, несущие обогащенную кислородом кровь

Вдыхаемый атмосферный воздух содержит около 79% азота, 21% кислорода и 0,03% диоксида углерода. В основе газообмена в легких лежит разность концентрации газов: концентрация кислорода в поступившем в альвеолы воздухе выше, чем в легочных капиллярах (его парциальное давление в альвеолах составляет 100 мм рт. ст., а в капиллярах — 40 мм рт. ст.). Поэтому кислород из альвеол диффундирует через стенки кровеносных капилляров в кровь, насыщает ее и проникает в эритроциты, где вступает в непрочное соединение с гемоглобином, образуя оксигемоглобин. При взаимодействии гемоглобина с кислородом концентрация свободного кислорода в плазме понижается, что способствует диффузии новых порций кислорода из альвеол и полному насыщению гемоглобина кислородом.

Насыщенная кислородом кровь по капиллярам поступает в органы и ткани. **Газообмен в тканях** происходит по тому же принципу, что и в легких: кислород из тканевых капилляров, где его концентрация высока, переходит в тканевую жидкость с более низкой концентрацией кислорода. Из тканевой жидкости он проникает в клетки и сразу же вступает в реакции окисления, поэтому в клетках свободного кислорода практически нет. По тем же законам диоксид углерода из клеток через тканевую жидкость поступает в капилляры. Выделяющийся CO_2 способствует диссоциации оксигемоглобина и сам вступает в соединение с гемоглобином, образуя карбоксигемоглобин. В оттекающей от органов венозной крови CO_2 находится как в связанном, так и в растворенном состоянии в виде угольной кислоты, которая в капиллярах легких легко распадается на H_2O и CO_2 . Угольная кислота может также вступать в соединения с солями плазмы, образуя бикарбонаты. В легких, куда поступает венозная кровь, кислород снова насыщает кровь, а CO_2 из зоны высокой концентрации (легочных капилляров) переходит в зону низкой концентрации (альвеолы).

Нервная и гуморальная регуляция дыхания

После вдоха всегда следует выдох, после выдоха — вдох. Такая последовательность обусловлена регулирующей функцией центральной нервной системы. В продолговатом мозге расположены дыхательные центры — центр вдоха и центр выдоха. При выдохе во время спадения легких раздражаются рецепторы, находящиеся в альвеолах; вдох — рефлекс на раздражение, вызванное выдохом. Теперь центр вдоха не получает раздражений и не посылает возбуждение в дыхательные мышцы. Происходит их расслабление, грудная клетка спадает и наступает выдох — рефлекс на раздражение, вызванное выдохом. Деятельность дыхательных центров регулируется и гуморальными факторами. В частности, повышение концентрации CO_2 в крови, притекающей к головному мозгу, возбуждает дыхательные центры, что вызывает увеличение глубины и частоты дыхания. Этот механизм действует и при первом вдохе новорожденного.

Система органов выделения

В процессе диссимиляции, или катаболизма, в организме образуются продукты распада, которые выделяются почками.

Строение почек

Почки — парные органы, расположенные в забрюшинной клетчатке в поясничной области с обеих сторон позвоночника. Они имеют бобовидную форму. Почка покрыта капсулой из соединительной ткани. На разрезе почки выделяют два слоя: наружный темно-красный — **корковый**, где расположены почечные тельца — **нефроны**, и внутренний, более светлый — **мозговой**, в котором проходят почечные канальцы, впадающие в находящуюся в центре почки почечную лоханку. Из нее берет начало мочеточник, впадающий в мочевой пузырь.

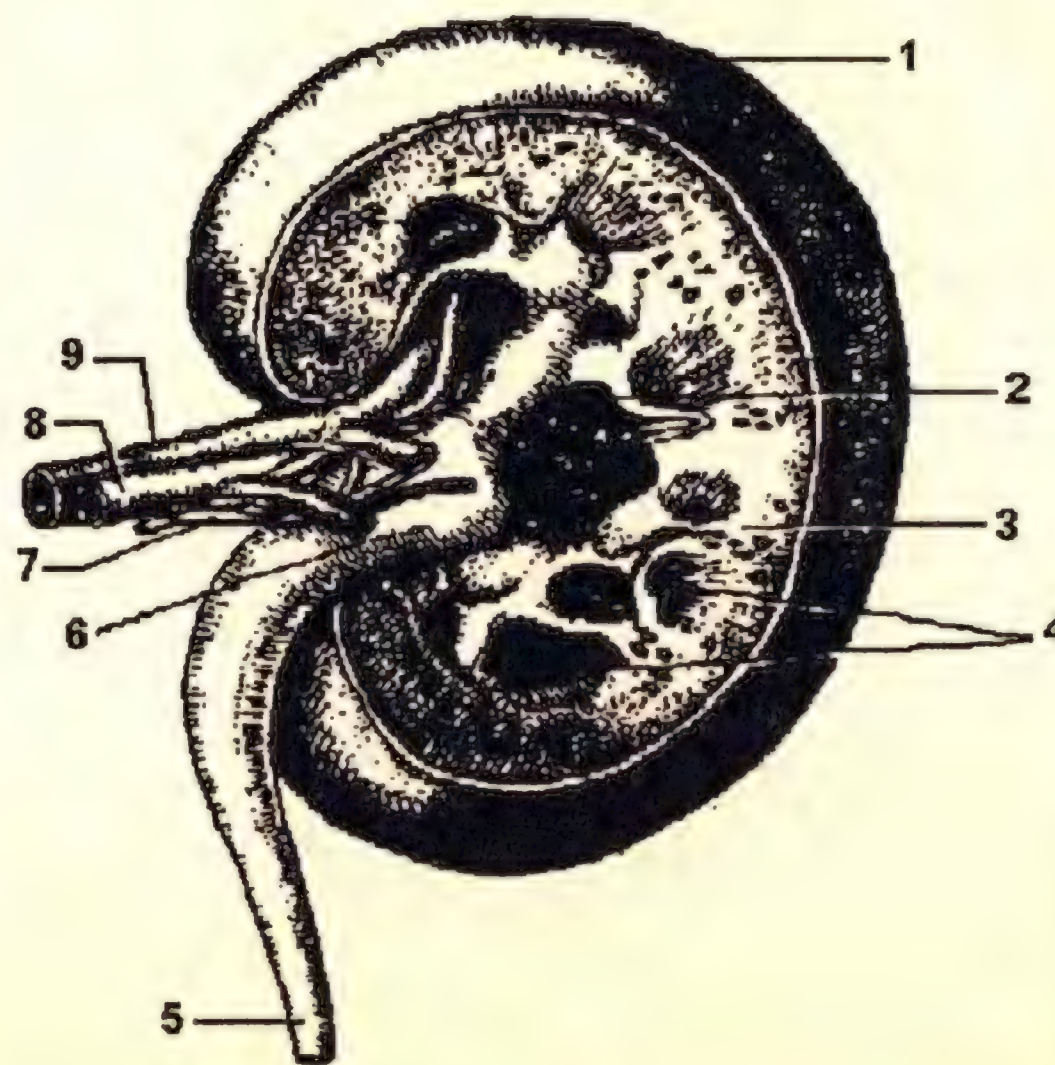


Схема строения почки: 1 — капсула, 2 — чашечка, 3 — корковое вещество, 4 — мозговое вещество, 5 — мочеточник, 6 — лоханка, 7 — нервное скопление, 8 — артерия, 9 — вена

Нефрон — структурная и функциональная единица почки. В его состав входит капсула Боумена—Шумлянского, состоящая из однослойного эпителия и образующая двухслойную чашу. В эту чашу погружен мальпигиев клубочек, состоящий из капиллярных петель. Между стенками капсулы находится полость, от которой в корковом слое начинается извитой мочевой каналец первого порядка. Выпрямляясь, он переходит в мозговой слой. Здесь каналец образует петлю Генле и вновь возвращается в корковое вещество, продолжаясь в извитой каналец второго порядка. В дальнейшем он выпрямляется и впадает в собирательную трубочку. Трубочки сливаются друг с другом и открываются общими протоками в почечную лоханку. Длина одного нефрона около 30—35 мм. В каждой почке их насчитывается примерно 1—1,2 млн. Общая длина всех канальцев — 70—100 км, а их поверхность составляет 6 м².

Приносящая артериола в полости капсулы распадается на капилляры, образуя мальпигиев клубочек. Затем капилляры клубочка вновь сливаются в артериолу, которая выходит из капсулы. Эта артериола называется выносящим сосудом, по нему кровь оттекает от клубочка. После выхода из капсулы артериола вторично разветвляется на капиллярную сеть, густо оплетающую извитые канальцы первого и второго порядка. Далее капилляры сливаются в вены, которые, соединяясь, образуют почечную вену, впадающую в нижнюю полую вену.

Функция почек

Почки очищают плазму крови от продуктов обмена веществ. Кроме того, через почки выводятся вещества, необходимые для жизнедеятельности организма, — вода, ионы калия, кальция, фосфаты — в том случае, когда их концентрация в крови превышает нормальную. Таким образом, функция почек заключается в избирательном удалении различных веществ с целью поддержания относительного постоянства химического состава плазмы крови и внеклеточной жидкости.

Процесс образования мочи включает две фазы. **Фильтрация** происходит в результате разности давлений крови в капиллярах и капсуле. Высокое кровяное давление в капиллярах создается тем, что диаметр приносящего сосуда больше, чем выносящего. Это обеспечивает фильтрацию растворенных в плазме веществ в капсулу: неорганических солей, мочевины, мочевой кислоты, глюкозы, аминокислот. Жидкость, поступающая в просвет капсулы, называется *первичной мочой*. По составу она близка плазме крови, но отличается от нее отсутствием белков. В сутки через почки проходит до 1500—1700 л крови и образуется 150—170 л первичной мочи. Из организма же выводится всего лишь около 1—1,5 л так называемой *вторичной*, или *конечной мочи*, образующейся во второй фазе мочеобразования. Во время второй фазы в почечных канальцах идет процесс *обратного всасывания* воды и некоторых составных частей — сахара, аминокислот, в ней меньше концентрация хлористого натрия, чем в крови, а концентрация мочевины увеличена почти в 60—70 раз, т. е. до 2% (в плазме ее 0,03%). Из почек моча выводится через мочеточники — трубки длиной до 30 см и шириной 3—6 мм, соединяющие почечную лоханку с мочевым пузырем. Мочевой пузырь лежит в полости таза и представляет собой резервуар емкостью до 750 мл.

Регуляция деятельности почек

Функции почек регулируются импульсами парасимпатического (блуждающего) и симпатического нервов. Первый расширяет кровеносные сосуды, второй — сужает. Это отражается на скорости образования первичной мочи, обратного всасывания воды и натрия из вторичной мочи. Всасывание воды из первичной мочи усиливается антидиуретическим гормоном гипофиза, а гормон надпочечников адреналин вызывает уменьшение образования мочи, так как суживает почечные сосуды. Обратное всасывание солей натрия и калия в канальцах нефронов регулируется гормоном коры надпочечников альдостероном.

Половая система

Половая система человека осуществляет *репродуктивную функцию*. Главная ее часть — половые железы: у мужчин — яички, или семенники, у женщин — яичники.

Мужская половая система

Мужская половая система подразделяется на внутренние и наружные половые органы.

К *внутренним мужским половым органам* относятся: половые железы — яички, в которых образуются сперматозоиды; придатки яичка, где накапливаются зрелые сперматозоиды; семенные пузырьки, предстательная и куперова железы, вырабатывающие секреты, создающие определенную химическую среду для сперматозоидов. Сперматозоиды вместе с секретом придаточных желез представляют собой сперму.

Внутренние половые органы выполняют эндокринные функции. В канальцах семенников помимо сперматогенного эпителия находятся так называемые поддерживающие и интерстициальные клетки, одна из функций которых — образование мужского полового гормона — тестостерона. Предстательная железа секретирует гормоны, регулирующие обмен веществ в клетках, — простагландины.

Наружные половые органы включают мошонку, в которой находятся яички и их придатки, и половой член, или пенис, служащий для введения спермы в половые пути женщины.

Женская половая система

Женская половая система также подразделяется на внутренние и наружные половые органы.

Внутренние половые органы включают половые железы — яичники; маточные трубы, матку и влагалище, расположенные в малом тазу.

Наружные половые органы состоят из больших и малых половых губ и клитора.

Яичники выполняют две функции: образование половых клеток (яйцеклеток) и выработка женских половых гормонов, поступающих в кровь. Они содержат овоциты 1-го порядка, окруженные слоем эпителиальных клеток. Такие образования называются фолликулами. По мере созревания овоцит претерпевает два мейотических деления, стенка фолликула лопается, и зрелая яйцеклетка выходит в брюшную полость. Оттуда она с током жидкости попадает в маточную трубу. Благодаря движению ресничек эпителия и перистальтическим движениям стенок трубы, яйцеклетка попадает в трубу и продвигается в сторону матки.

Эмбриональное развитие человека

Яйцеклетка оплодотворяется в маточной трубе. Здесь же начинает развиваться зародыш и осуществляются первые деления дробления зиготы. Спустя несколько дней зародыш спускается в полость матки, где и прикрепляется к ее стенке. **Матка** представляет собой полый мышечный орган с эластичными стенками. Ее функция — обеспечить развитие зародыша и вытолкнуть его наружу во время родов. Полость матки выстлана эпителием, который, разрастаясь, вместе с внезародышевой частью эмбриона образует детское место, или плаценту. Через плаценту зародыш снабжается необходимыми питательными веществами и кислородом.

К концу третьей недели развития зародыш вступает в стадию органогенеза, во время которой формируются основные системы органов: нервная, пищеварительная, кровеносная. В последующие сроки беременности происходят рост и дальнейшая дифференцировка органов и тканей. Зародыш окружен оболочками и соединен с телом матери пуповиной, в которой проходят кровеносные сосуды. Роды происходят примерно через 270 дней после оплодотворения яйцеклетки. Этот сложный процесс регулируется рядом гормонов. Главную роль играет усиление секреции гормонов корой надпочечников плода, что повышает чувствительность матки к другим гормонам, вызывающим ее сокращение.

Эндокринная система

Эндокринная система *представлена железами внутренней секреции*. Свое название железы внутренней секреции получили из-за неимения выводных протоков, поэтому образуемые ими гормоны выделяются непосредственно в кровь. К железам внутренней секреции относятся гипофиз, надпочечники, щитовидная, поджелудочная железы, паращитовидные, половые железы и некоторые другие. Они объединяются в эндокринную систему организма. По химическому строению гормоны делятся на три большие группы: белки и пептиды; производные аминокислот; жироподобные вещества — стероиды. К белковым гормонам относятся инсулин, гормоны передней доли гипофиза. Производные аминокислот — гормон щитовидной железы — тироксин и гормон мозгового вещества надпочечников — адреналин. Гормоны половых желез и коры надпочечников — производные стероидов.

Механизм действия гормонов

Гормоны действуют в чрезвычайно малых концентрациях. Их особенность — специфическое влияние на строго определенный тип обменных процессов или на определенную группу клеток. Гормоны могут изменять интенсивность обмена веществ, влияют на рост и дифференцировку тканей, определяют наступление полового созревания. Влияние гормонов на клетки осуществляется разными путями. Некоторые из них действуют на клетки, связываясь с белками-рецепторами на их поверхности и изменяя активность находящихся в мембране ферментов. Другие проникают в ядро и активируют определенные гены. Синтез информационной РНК и следующий за ним синтез ферментов изменяют интенсивность или направленность обменных процессов.

Гипофиз

Значение гипофиза в жизнедеятельности организма очень велико, так как он контролирует функции многих желез внутренней секреции.

Гипофиз состоит из трех долей: передней, средней и задней.

Передняя доля гипофиза продуцирует гонадотропные (гонады — половые железы, «tropos» — место) гормоны, стимулирующие деятельность мужских и женских половых желез, адренокортикотропный гормон, регулирующий деятельность коры надпочечников и выработку ею гормонов. Эта доля гипофиза выделяет также тиреотропный гормон, необходимый для функционирования щитовидной железы. В развитии организма большую роль играет соматотропный гормон, или гормон роста. При недостаточном его образовании в детском возрасте процессы роста замедляются и человек остается карликом. В случае избыточного поступления в кровь гормона роста в период полового созревания развивается гигантизм.

Задняя доля гипофиза вырабатывает гормон, контролирующий обратное всасывание воды из почечных канальцев.

Средняя доля гипофиза регулирует кожную пигментацию.

Щитовидная железа

Располагается на передней стороне шеи, поверх щитовидного хряща. В ней образуется гормон **тироксин**. В состав этого гормона входит иод, который щитовидная железа извлекает из крови.

Тироксин участвует в регуляции энергетического обмена, роста и развития. При увеличении выделения этого гормона повышается температура тела, человек худеет, несмотря на то что потребляет большое количество пищи. У него повышается артериальное давление, появляются мышечная дрожь, слабость, усиливается нервная возбудимость. При недостаточной деятельности щитовидной железы возникает **микседема** — заболевание, которое характеризуется понижением обмена веществ, падением температуры тела, замедлением пульса, вялостью движений. Масса тела увеличивается, кожа становится

сухой, отечной. Причиной этого заболевания может быть так же и недостаток в пище иода. В щитовидной железе есть клетки, образующие еще один гормон — **кальцитонин**, регулирующий обмен кальция и фосфора.

Паращитовидные железы

Паращитовидные железы располагаются на задней поверхности щитовидной железы. Они вырабатывают гормон, регулирующий концентрацию кальция в крови и тканях. Падение содержания кальция в крови приводит к усилению секреции паращитовидных желез, что способствует выделению в кровь кальция из костей. Этот гормон обуславливает всасывание кальция в кишечнике, высвобождение его из костей и обратное всасывание из первичной мочи в почечных канальцах. Удаление или поражение паращитовидных желез ведет к спазмам мышц, судорогам. Объясняется это снижением концентрации кальция в крови.

Поджелудочная железа

Железа содержит островки эндокринной ткани, которые секретируют гормон **инсулин**, регулирующий уровень глюкозы в крови. Повышение секреции инсулина ведет к увеличению потребления глюкозы клетками тканей и отложению в печени и мышцах гликогена, снижению концентрации глюкозы в крови. Недостаточность эндокринной функции поджелудочной железы нарушает использование глюкозы тканями, повышает ее уровень в крови и ведет к развитию диабета. Углеводный обмен восстанавливается при введении в организм инсулина. Поджелудочная железа вырабатывает также гормон **глюкагон**, который действует прямо противоположно инсулину. Он необходим для расщепления гликогена до глюкозы. Секреция этого гормона приводит к повышению уровня глюкозы в крови.

Надпочечники

Эти железы находятся вблизи верхнего полюса почек и состоят из двух слоев — мозгового и коркового.

Мозговое вещество

Мозговое вещество надпочечников образует гормоны адреналин и норадреналин. Они повышают артериальное давление, учащают ритм сердечных сокращений, увеличивают содержание глюкозы в крови, уменьшают количество гликогена в печени и ускоряют свертывание крови. Секреция адреналина усиливается при напряженной мышечной или умственной работе, эмоциональном напряжении.

Кора надпочечников

Кора железы вырабатывает несколько гормонов. В их числе есть альдостерон, регулирующий обмен Na^+ , K^+ , а также секрецию канальцами почки H^+ . Другие гормоны коры надпочечников — кортикостерон и кортизон — оказывают влияние на углеводный и белковый обмен. Они имеют также противовоспалительное действие, в связи с чем широко применяются в медицине. Развитие и функцию коры надпочечников регулирует адренокортикотропный гормон гипофиза.

Вилочковая железа

Вилочковая железа, или тимус, располагается за грудиной, в верхнем отделе средостения. В тимусе образуются лимфоциты, осуществляющие реакции клеточного иммунитета и регулирующие функцию других лимфоцитов, вырабатывающих антитела. В нем вырабатываются также гормоны (тимозины), модулирующие иммунные и ростовые процессы.

Регуляция деятельности желез внутренней секреции

В сложной инстинктивной деятельности животных большую роль играет нервно-гуморальная регуляция. От нее зависят добыча пищи, размножение, запасание корма, спасение от врагов и т. д.

Выделение гормонов железами внутренней секреции регулируется нервно-рефлекторными и гуморальными механизмами. Центральная железа внутренней секреции — гипофиз, которая

контролирует деятельность желез внутренней секреции, в свою очередь, находится под контролем промежуточного мозга. В промежуточном мозге находятся ядра, управляющие обменом веществ и состоянием внутренней среды организма. Взаимодействие гипофиза с железами внутренней секреции осуществляется по принципу обратной связи. Так, усиленное выделение щитовидной железой тироксина тормозит выработку тиреотропного гормона гипофиза, который регулирует секрецию тироксина. Вследствие этого количество тироксина в крови падает. Уменьшение количества тироксина в крови ведет к прямо противоположному эффекту.

Значение эндокринной регуляции

В ряде случаев два или несколько гормонов оказывают на функцию клетки или органа совокупное действие. С другой стороны, гормоны могут влиять на какой-либо физиологический процесс прямо противоположно друг другу. Так, если инсулин снижает уровень сахара в крови, то адреналин повышает этот уровень. Биологические эффекты некоторых гормонов, в частности кортикостероидных, заключаются в том, что они создают условия для проявления действия другого гормона.

Одна и та же клетка подвергается действию многих гормонов. Поэтому конечный биологический результат будет зависеть не от одного, а от многих гормональных влияний. Таким образом, эндокринная регуляция жизнедеятельности организма, является комплексной и строго сбалансированной. Изменения физиологических и биохимических реакций под действием гормонов способствуют приспособлению животных к постоянно меняющимся условиям внешней среды.

Нервная система

Высшей интегрирующей и координирующей системой в организме человека является нервная система. Помимо обеспечения согласованной деятельности внутренних органов, она осуществляет связь организма с внешней средой. Нервная система состоит из нервных клеток, или нейронов. Их насчитывается 25 млрд в головном мозге и 25 млн на периферии.

Структура нервной системы

Различают центральную нервную систему (головной и спинной мозг) и периферическую, представленную отходящими от головного и спинного мозга нервами и нервными клетками, лежащими вне головного и спинного мозга. По функции вся нервная система подразделяется на соматическую и вегетативную (или автономную). Соматическая нервная система осуществляет преимущественно связь организма с внешней средой: восприятие раздражений, регуляцию движений поперечно-полосатой мускулатуры и др., вегетативная — регулирует обмен веществ и работу внутренних органов: биение сердца, тонус сосудов, перистальтические сокращения кишечника, секрецию различных желез и т. п. Обе они функционируют в тесном взаимодействии, однако вегетативная нервная система обладает некоторой самостоятельностью (автономностью), управляя произвольными функциями.

Рефлекс

Деятельность нервной системы носит рефлекторный характер. Ответная реакция на раздражение, осуществляемая нервной системой, называется рефлексом. Путь, по которому нервное возбуждение воспринимается и передается к рабочему органу, называется рефлекторной дугой. Она состоит из пяти отделов: 1) рецепторов, воспринимающих раздражение; 2) чувствительного (центrostремительного) нерва, передающего возбуждение к центру; 3) нервного центра, где возбуждение переключается с чувствительных нейронов на двигательные; 4) двигательного

(центробежного) нерва, несущего возбуждение от центральной нервной системы к рабочему органу; 5) рабочего органа, реагирующего на полученное раздражение.

Возбуждение и торможение

В ответ на раздражение нервная ткань приходит в состояние **возбуждения** — процесс, вызывающий или усиливающий деятельность органа. Свойство нервной ткани передавать возбуждение называется **проводимостью**. Скорость проведения возбуждения колеблется от 0,5 до 100 м/с и зависит от типа нервного волокна. В основе возбуждения лежит изменение концентрации анионов и катионов по обе стороны мембраны нервной клетки (и ее отростков).

Процесс **торможения** противоположен возбуждению: он прекращает деятельность, ослабляет или препятствует ее возникновению. Возбуждение в одних центрах нервной системы сопровождается торможением в других: нервные импульсы, поступающие в центральную нервную систему, могут задерживать те или иные рефлексы. Оба процесса — возбуждение и торможение — взаимосвязаны, что обеспечивает согласованную деятельность органов и всего организма в целом. Например, во время ходьбы чередуется сокращение мышц сгибателей и разгибателей: при возбуждении центра сгибания импульсы следуют к мышцам-сгибателям, одновременно с этим центр разгибания тормозится и не посылает импульсы мышцам-разгибателям, вследствие чего последние расслабляются, и наоборот.

Синапсы нервной системы

Для выполнения своих функций — восприятия информации, переработки ее и передачи двигательного импульса на исполнительный орган — отростки нервных клеток образуют с нейронами и другими клетками особые соединения — синапсы. При поступлении сигнала к окончанию аксона там освобождается химическое вещество, которое вызывает возбуждение или торможение в соседней клетке. Такие вещества называются **медиаторами**, к ним относятся, например, **ацетилхолин**, **норадреналин** и др.

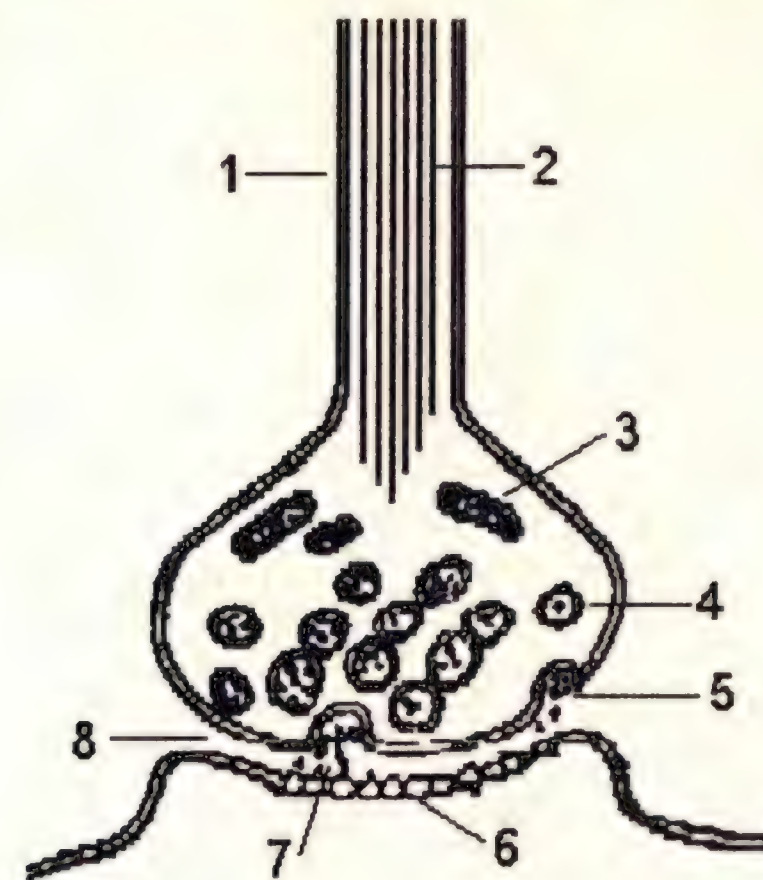


Схема строения синапса: 1 — аксон, 2 — микротрубочки, 3 — митохондрия, 4 — синаптический пузырек, 5 — обратное поглощение, 6 — рецепторы постсинаптической мембраны, 7 — выброс медиатора через пресинаптическую мембрану, 8 — синаптическая щель

Спинной мозг

Строение спинного мозга

Спинной мозг находится в позвоночном канале и имеет вид белого тяжа. В центре его проходит спинно-мозговой канал, вокруг которого сосредоточено серое вещество — скопление нервных клеток, образующих контур бабочки. Серое вещество окружено белым веществом — скоплением пучков отростков нервных клеток.

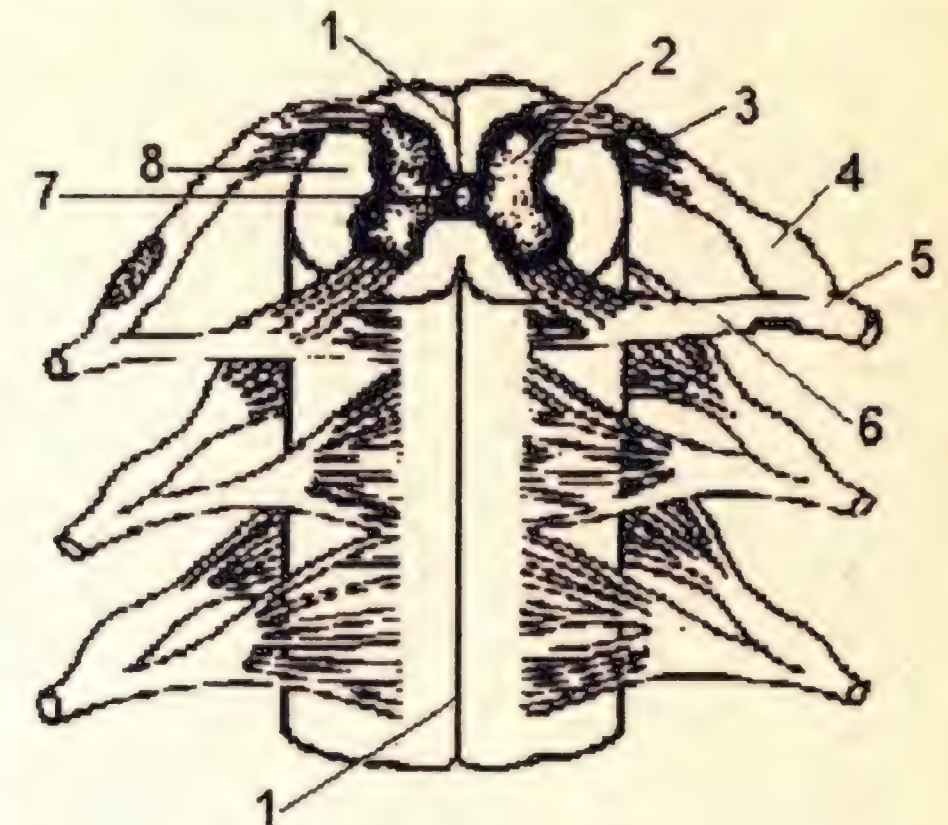


Схема строения спинного мозга: 1 — передняя и задняя борозды мозга, 2 — серое вещество мозга, 3 — задние корешки мозга, 4 — спинномозговые узлы, 5 — спинномозговой нерв, 6 — передние корешки мозга, 7 — спинномозговой канал, 8 — белое вещество мозга

В сером веществе различают передние, задние и боковые рога. В передних рогах залегают двигательные нейроны, в средних — вставочные, которые осуществляют связь между чувствительными и двигательными нейронами.

Чувствительные нейроны лежат вне тяжа, в спинно-мозговых узлах по ходу чувствительных нервов. От двигательных нейронов передних рогов отходят длинные отростки — аксоны, образующие передние корешки и продолжающиеся далее в двигательные нервные волокна. К задним рогам подходят аксоны чувствительных нейронов, формирующие задние корешки, которые поступают в спинной мозг и передают туда

возбуждение с периферии. Здесь возбуждение переключается на вставочный нейрон, а от него — на короткие отростки двигательного нейрона, с которого затем по аксону оно сообщается рабочему органу.

В межпозвонковых отверстиях двигательные и чувствительные корешки соединяются, образуя смешанные нервы, которые затем распадаются на передние и задние ветви. Каждая из них состоит из чувствительных и двигательных волокон. Таким образом, на уровне каждого позвонка от спинного мозга в обе стороны отходит всего 31 пара спинно-мозговых нервов смешанного типа.

Белое вещество спинного мозга образует проводящие пути, которые тянутся вдоль спинного мозга, соединяя как отдельные его сегменты друг с другом, так и спинной мозг с головным. Одни проводящие пути называются восходящими или чувствительными, передающими возбуждение в головной мозг, другие — нисходящими или двигательными, проводящими импульсы от головного мозга к определенным сегментам спинного мозга.

Функции спинного мозга

Спинной мозг выполняет две функции — **рефлекторную** и **проводниковую**.

Каждый рефлекс осуществляется через посредство строго определенного участка центральной нервной системы — нервного центра. **Нервным центром** называют совокупность нервных клеток, расположенных в одном из отделов мозга и регулирующих деятельность какого-либо органа или системы. Например, центр коленного рефлекса находится в поясничном отделе спинного мозга, центр мочеиспускания — в крестцовом, а центр расширения зрачка — в верхнем грудном сегменте спинного мозга.

Еще одна функция спинного мозга — **проводниковая**. Пучки нервных волокон, образующих белое вещество, соединяют различные отделы спинного мозга между собой и головной мозг со спинным.

Головной мозг

Головной мозг расположен в мозговом отделе черепа. Средняя его масса 1300—1500 г (иногда до 2000 г).

Строение головного мозга

Состоит из пяти отделов: **переднего (большие полушария), промежуточного, среднего, заднего и продолговатого мозга**, из которых последние четыре отдела составляют ствол головного мозга. Внутри головного мозга находятся четыре сообщающиеся между собой полости — **мозговые желудочки**. Они заполнены спинномозговой жидкостью. I и II желудочки расположены в больших полушариях, III — в промежуточном мозге, а IV — в продолговатом. У человека полушария достигают высокого развития, составляя 80% массы мозга.

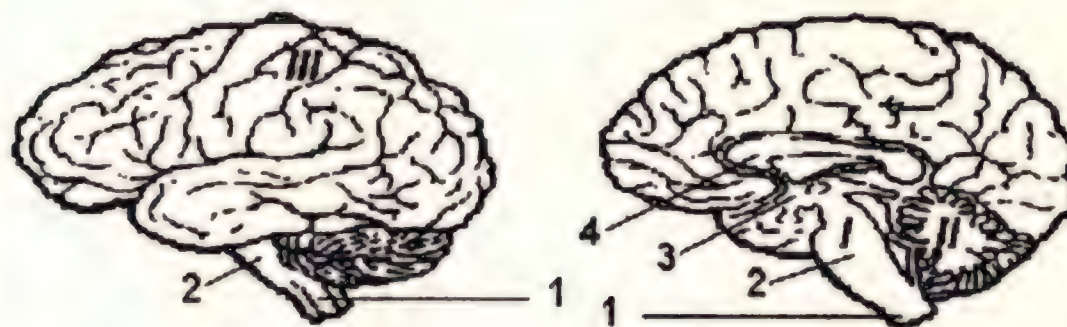


Схема строения головного мозга человека (вид сбоку — слева, разрез мозга — справа): I — ствол мозга, II — мозжечок, III — большие полушария; 1 — продолговатый мозг, 2 — варолиев мост, 3 — средний мозг, 4 — мозолистое тело

Продолговатый мозг — продолжение спинного и повторяет его строение: на передней и задней поверхности здесь также залегают борозды. Он состоит из белого вещества — проводящих пучков, где рассеяны скопления серого вещества — ядра, от которых берут начало черепные нервы — с IX по XII пары, в их числе языкоглоточный (IX пара), блуждающий (X пара), иннервирующий органы дыхания, кровообращения, пищеварения и другие системы, подъязычный (XII пара). Вверху продолговатый мозг продолжается в утолщение — варолиев мост, а с боков от него отходят нижние ножки мозжечка. Сверху и с боков почти весь продолговатый мозг прикрыт большими полушариями и мозжечком.

В сером веществе продолговатого мозга залегают жизненно важные центры, регулирующие сердечную деятельность, дыхание, глотание, осуществляющие защитные рефлексы (чихание, кашель, рвота, слезотечение), секрецию слюны, желудочного и поджелудочного сока и др. Повреждение продолговатого мозга может быть причиной смерти вследствие прекращения сердечной деятельности и дыхания.

Задний мозг включает **варолиев мост** и **мозжечок**. Варолиев мост снизу ограничен продолговатым мозгом, сверху переходит в ножки мозга, боковые его отделы образуют средние ножки мозжечка. В веществе варолиева моста находятся ядра с V по VIII пары черепно-мозговых нервов (тройничный, отводящий, лицевой, слуховой).

Мозжечок представлен двумя полушариями, средней частью — червем и тремя парами ножек, образованных нервными волокнами, с помощью которых он связан с другими отделами головного мозга. Основная функция мозжечка — безусловно-рефлекторная координация движений, определяющая их четкость, плавность и сохранение равновесия тела, а также поддержание тонуса мышц.

Контролирует деятельность мозжечка кора больших полушарий.

Средний мозг расположен впереди варолиева моста, он представлен четверохолмием и ножками моста. В центре его проходит узкий канал (водопровод мозга), соединяющий III и IV желудочки. Мозговой водопровод окружен серым веществом, в котором лежат ядра III и IV пар черепно-мозговых нервов. В ножках мозга продолжают проводящие пути от продолговатого мозга и варолиева моста к большим полушариям. Средний мозг играет важную роль в регуляции тонуса и осуществлении рефлексов, благодаря которым возможны стояние и ходьба. Чувствительные ядра среднего мозга находятся в буграх четверохолмия: в верхних заключены ядра, связанные с органами зрения, в нижних — ядра, связанные с органами слуха. При их участии осуществляются ориентировочные рефлексы на свет и звук.

Промежуточный мозг занимает в стволе самое высокое положение и лежит впереди от ножек мозга. Состоит из двух зрительных бугров, надбугорной, подбугорной области и коленчатых тел.

По периферии промежуточного мозга находится белое вещество, а в его толще — ядра серого вещества. *Зрительные бугры* — главные подкорковые центры чувствительности: сюда по восходящим путям поступают импульсы со всех рецепторов тела, а отсюда — к коре больших полушарий. В подбугорной области (*гипоталамус*) находятся центры, совокупность которых представляет собой высший подкорковый центр вегетативной нервной системы, регулирующей обмен веществ в организме, теплоотдачу, постоянство внутренней среды. В передних отделах гипоталамуса располагаются *парасимпатические* центры, в задних — *симпатические*. В ядрах коленчатых тел сосредоточены подкорковые зрительные и слуховые центры.

К коленчатым телам направляется II пара черепно-мозговых нервов — зрительные.

Передний мозг состоит из сильно развитых полушарий и соединяющей их срединной части. Правое и левое полушария отделены друг от друга глубокой щелью, на дне которой лежит мозолистое тело. *Мозолистое тело* соединяет оба полушария посредством длинных отростков нейронов, образующих проводящие пути. Полости полушарий представлены боковыми желудочками (I и II). Поверхность полушарий образована серым веществом, или корой, головного мозга состоящим из нейронов и их отростков. Под корой залегает белое вещество — проводящие пути. **Проводящие пути** соединяют отдельные центры в пределах одного полушария либо правую и левую половины головного и спинного мозга. В белом веществе находятся также скопления нервных клеток, образующих подкорковые ядра серого вещества. Частью больших полушарий является обонятельный мозг с отходящей от него парой обонятельных нервов (I пара).

Кора включает нервные клетки, расположенные шестью слоями. Кора образует складки — *извилины*, ограниченные *бороздами*; в них заключено около 70% поверхности коры. Борозды делят поверхность полушарий на *доли*. В каждом полушарии различают четыре доли: *лобную*, *теменную*, *височную* и *затылочную*. Впереди от центральной борозды в лобной доле находится передняя центральная извилина, позади нее — задняя центральная извилина. Нижняя поверхность полушарий и стволовая часть мозга называется *основанием мозга*.

Функции головного мозга

В кору больших полушарий головного мозга поступает информация от большого количества разнообразных высокоспециализированных рецепторов, способных улавливать самые незначительные изменения во внешней и внутренней среде.

Рецепторы, расположенные в коже, реагируют на изменения во внешней среде. В мышцах и сухожилиях находятся рецепторы, сигнализирующие в мозг о степени натяжения мышц, движениях суставов. Имеются рецепторы, реагирующие на изменения химического и газового состава крови, осмотического давления, температуры и др. В рецепторе раздражение преобразуется в нервные импульсы. По чувствительным нервным путям импульсы проводятся к соответствующим чувствительным зонам коры головного мозга, где и формируется специфическое ощущение — зрительное, обонятельное и др.

Функциональную систему, состоящую из рецептора, чувствительного проводящего пути и зоны, куда проецируется данный вид чувствительности, И. П. Павлов назвал **анализатором**.

Анализ и синтез полученной информации осуществляются в строго определенном участке — зоне коры больших полушарий. Важнейшие зоны коры — *двигательная*, *чувствительная*, *зрительная*, *слуховая*, *обонятельная*. **Двигательная зона** расположена в передней центральной извилине впереди центральной борозды лобной доли, зона кожно-мышечной чувствительности — позади центральной борозды, в задней центральной извилине теменной доли. **Зрительная зона** сосредоточена в затылочной доле, **слуховая** — в верхней височной извилине височной доли, а **обонятельная** и **вкусовая** зоны — в переднем отделе височной доли.

В нашем сознании деятельность анализаторов отражает внешний материальный мир. Это дает возможность приспосабливаться к условиям среды путем изменения поведения.

Высшая нервная деятельность

Кора выполняет две основные функции: *взаимодействие организма с внешней средой (поведенческие реакции)* и *объединение функций организма*, т. е. нервная регуляция всех органов. Деятельность коры головного мозга человека и высших животных определена И. П. Павловым как *высшая нервная деятельность*, представляющая собой *условно-рефлекторную функцию коры головного мозга*.

Условные рефлексы вырабатываются в течение индивидуальной жизни животных и человека. Поэтому условные рефлексы строго индивидуальны: у одних особей они могут быть, у других отсутствуют. Для возникновения таких рефлексов необходимо совпадение во времени действия условного раздражителя с действием безусловного. Лишь многократное совпадение этих двух раздражителей приводит к образованию временной связи между двумя центрами.

У человека и млекопитающих новые условные рефлексы формируются в течение всей жизни, они замыкаются в коре головного мозга и носят временный характер, так как представляют временные связи организма с условиями среды, в которых они находятся.

Различные раздражители внешней среды, действующие на органы, могут вызвать в коре не только образование условных рефлексов, но и их *торможение*. Если торможение возникает сразу при первом же действии раздражителя, его называют безусловным.

Поведение человека

Поведение связано с условно-безусловной рефлекторной деятельностью. На основе безусловных рефлексов начиная со второго месяца после рождения у ребенка вырабатываются условные рефлексы: по мере его развития, общения с людьми и влияния внешней среды в больших полушариях головного мозга постоянно возникают временные связи между различными их центрами. Главное отличие высшей нервной деятельности человека — мышление и речь, которые появились в результате трудовой деятельности. Благодаря слову возникают обобщенные понятия и представления, способность к логическому мышлению.

Основываясь на развитии речевой функции у людей, И. П. Павлов создал учение о *первой и второй сигнальных системах*.

Первая сигнальная система существует и у человека, и у животных. Эта система, центр которой находится в коре головного мозга, воспринимает через рецепторы непосредственные, конкретные раздражители (сигналы) внешнего мира — предметы или явления. У человека они создают материальную основу для ощущений, представлений, восприятий, впечатлений об окружающей природе и общественной среде, и это составляет базу конкретного мышления.

Но человеку свойственна вторая сигнальная система, связанная с функцией речи, со словом слышимым (речь) и видимым (письмо). Посредством слова передаются сигналы о конкретных раздражителях, и в этом случае слово служит принципиально новым раздражителем — сигналом сигналов.

При обобщении различных явлений человек открывает закономерные связи между ними — законы. Способность человека к обобщению составляет сущность отвлеченного мышления, которое отличает его от животных. Мышление — результат функции всей коры головного мозга.

На этой основе возникло и развивалось дальше словесное человеческое мышление. Головной мозг человека представляет собой центр мышления и связанный с мышлением центр речи.

Вегетативная нервная система

Вегетативная нервная система контролирует функционирование внутренних органов.

Вегетативная нервная система функционально делится на два отдела — *симпатический* и *парасимпатический*.

Симпатическая нервная система

Симпатическая нервная система начинается нейронами, лежащими в боковых рогах грудных и поясничных сегментов спинного мозга. Отростки этих клеток покидают спинной мозг в составе его передних корешков и оканчиваются в нервных узлах, находящихся по обе стороны позвоночника. Эти нервные узлы соединены нервными волокнами и образуют симпатические стволы или симпатические нервные цепи. Отростки расположенных здесь нервных клеток направляются к внутренним органам.

Парасимпатическая нервная система

Парасимпатическая нервная система начинается нейронами, лежащими в стволе мозга (черепно-мозговые нервы) и в поясничном отделе спинного мозга. Их отростки идут к внутренним органам в составе черепно-мозговых и тазовых нервов и оканчиваются в нервных узлах, находящихся вблизи внутренних органов или в самих органах.

Функции вегетативной нервной системы

По своему влиянию на физиологические функции симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы антагонисты. Так, преобладающее влияние симпатических нервов приводит к увеличению частоты сердечных сокращений и ударного объема сердца, снижению двигательной активности кишечника, расслаблению желчного пузыря и бронхов, сокращению сфинктеров желудочно-кишечного тракта. Стимуляция парасимпатических волокон оказывает противоположный эффект.

Органы чувств

Вкус

Ощущение вкуса возникает в результате раздражения рецепторов языка специфическими веществами. В слизистой оболочке мягкого нёба и языка находятся вкусовые почки, или луковицы. Каждая вкусовая луковица состоит из 30—80 чувствительных клеток. Вкусовые луковицы на языке входят в состав грибовидных сосочков. Поверхность языка проявляет неодинаковую чувствительность к различным вкусовым раздражителям. Сладкое лучше воспринимается кончиком языка и слабее у его основания, горькое — у основания, к соленому более чувствителен кончик языка, кислое лучше ощущается боковой поверхностью языка.

Органы обоняния

Органы обоняния находятся в эпителии верхней части полости носа. Обонятельные клетки располагаются поодиночке, от них отходят волоски, выступающие в слой слизи.

У животных различают пищевую, половую, охранительную, ориентировочную функции обоняния.

Зрение

Функция зрения и строение глаза

Основная функция зрения состоит в различении яркости, цвета, формы, размеров наблюдаемых объектов. Наряду с другими анализаторами зрение играет большую роль в регуляции положения тела и в определении расстояния до объекта.

Глаз

Глаза располагаются в глазничных впадинах лицевой части черепа. Мышцы, прикрепляющиеся к наружной поверхности глазного яблока, обеспечивают его движение. К вспомогательным защитным образованиям глаза относятся веки с ресницами и слезная железа.

Форму глазного яблока определяет наружная белочная оболочка глаза — *склера*, спереди переходящая в прозрачную *роговицу*. Под ней находится *сосудистая оболочка*. Спереди сосудистая оболочка переходит в *радужную оболочку*, регулирующую размер *зрачка*. Самый внутренний слой — *сетчатка*, состоящая из фоторецептивных клеток — *колбочек* и *палочек*.

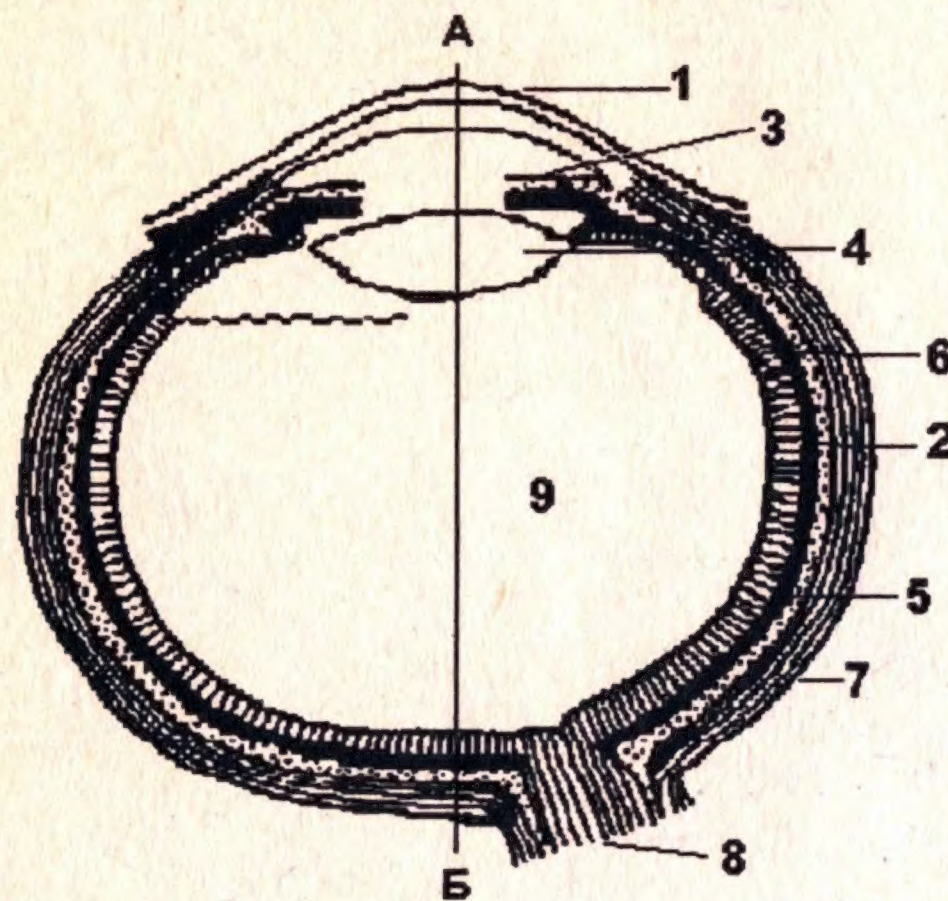


Схема строения глаза: А — Б — оптическая ось, 1 — роговица, 2 — сосудистая оболочка, 3 — радужная оболочка, 4 — хрусталик, 5 — пигментная оболочка, 6 — сетчатка, 7 — белочная оболочка, 8 — зрительный нерв, 9 — стекловидное тело

В месте проекции на сетчатке оптической оси глаза располагается область наилучшего видения — *желтое пятно*, сформированное колбочками. Участок сетчатки, где сходятся отростки чувствительных нейронов, образующих зрительный нерв, лишен палочек и колбочек. Это место называется *слепым пятном*. Пространство между роговицей и хрусталиком заполнено жидкостью. *Хрусталик* расположен позади зрачка и прилегает к радужке. К нему подходит ресничная мышца, которая изменяет его кривизну. Глазное яблоко наполнено *стекловидным телом*. Это бесцветная прозрачная масса, по консистенции напоминающая студень.

Глаз человека пропускает и преломляет лишь лучи с длиной волны от 400 до 760 мкм. Все преломляющие среды глаза, начиная с роговицы, поглощают ультрафиолетовые лучи. В глазу имеются две *преломляющие среды* — *роговица* и *хрусталик*. Благодаря изменению кривизны хрусталика получается четкое представление о наблюдаемых объектах.

Приспособление глаза к видению различно удаленных предметов называется *аккомодацией*. При аккомодации сокращаются мышцы, которые изменяют кривизну хрусталика. При постоянной избыточной кривизне хрусталика световые лучи преломляются перед сетчаткой и в результате возникает *близорукость*. Если же кривизна хрусталика недостаточна, то световые лучи фокусируются за сетчаткой и возникает *дальнозоркость*.

Светочувствительный аппарат глаза. Восприятие света начинается с возбуждения фоторецепторов — колбочек и палочек, которому предшествуют специфические *фотохимические* реакции. В колбочках и палочках находятся светочувствительные пигменты. Функция колбочек заключается в восприятии цвета. Более чувствительны к свету палочки: они могут обеспечивать зрение при слабом освещении.

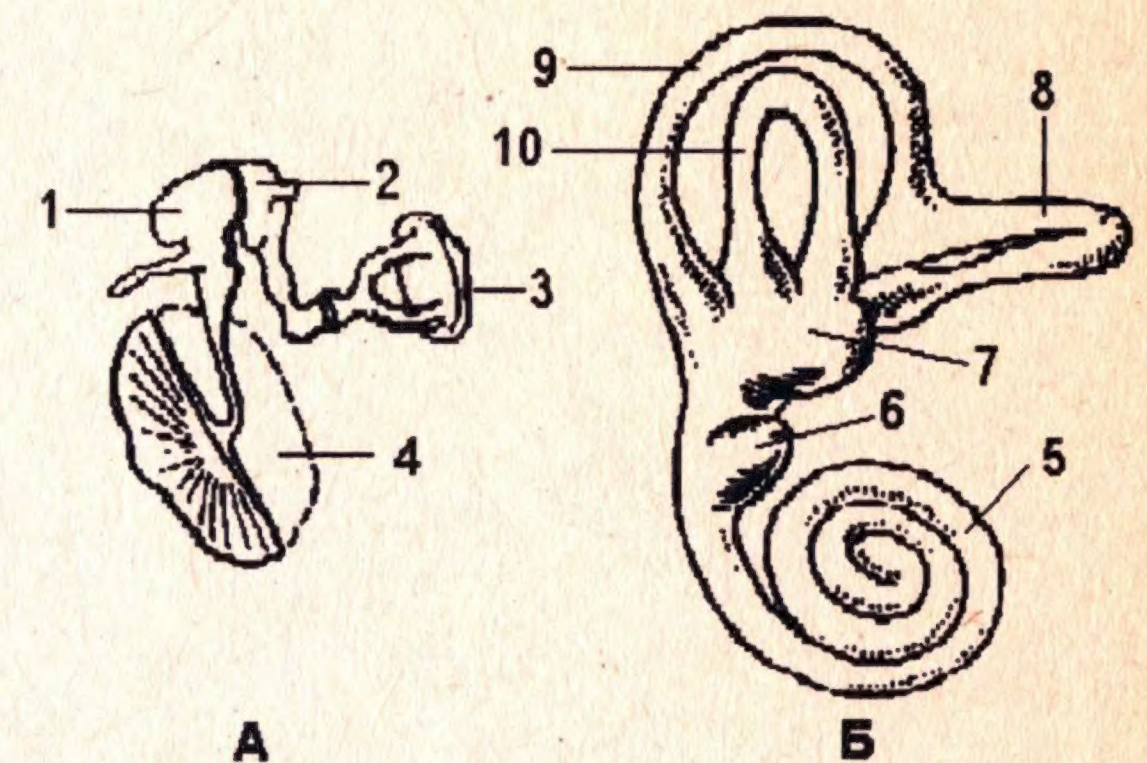
От избыточной освещенности глаз предохраняется путем изменения диаметра зрачка. Помимо этого сетчатка сама способна компенсировать увеличение яркости: существуют колбочки и палочки, функционирующие в разных диапазонах яркостей, происходят перестройка рецепторных областей, фотохимические сдвиги и т. д.

Слух

Человеческое ухо способно воспринимать звуки частотой от 20 до 20 000 Гц. Слуховой анализатор человека наиболее чувствителен к звукам с частотой 2000 — 4000 Гц. Физически звуки характеризуются частотой (числом периодических колебаний в секунду) и силой (амплитудой колебаний). Физиологически этому соответствуют высота звука и его громкость. Третья характеристика — звуковой спектр, т. е. состав дополнительных периодических колебаний (обертонов), возникающих наряду с основной частотой и превышающих его. Звуковой спектр выражается тембром звука.

Строение органа слуха

Орган слуха состоит из *наружного*, *среднего* и *внутреннего* уха.



Детали строения уха человека: А — слуховые косточки среднего уха, Б — внутреннее ухо; 1 — молоточек, 2 — наковаленка, 3 — стремечко, 4 — барабанная перепонка, 5 — улитка, 6 — круглый мешочек, 7 — овальный мешочек, 8 — 10 — полукружные каналы

К *наружному уху* относятся *слуховая раковина* и *наружный слуховой проход*. У человека ушные раковины имеют небольшое значение, у животных их подвижность обеспечивает лучшую ориентировку по отношению к источнику звука.

К среднему уху относятся *евстахиева труба* и три мелкие косточки — *молоточек*, *наковальня* и *стремечко*. Молоточек соединен с барабанной перепонкой, а стремечко — с мембраной овального окна, разграничивающего среднее и внутреннее ухо. Эти косточки образуют систему рычагов, которые преобразуют колебания воздуха в колебания жидкости, заполняющей внутреннее ухо.

Внутреннее ухо состоит из сложной системы сообщающихся между собой каналов и полостей, называемой *лабиринтом*. Часть лабиринта представлена *улиткой* — спирально закрученной трубкой. Улитка состоит из трех каналов, разделенных *двумя эластичными тонковолокнистыми мембранами*. Внутри каналов находится жидкость. Овальное окно располагается у основания одного из этих каналов. У основания другого канала находится закрытое перепонкой отверстие — *круглое окно*, которое ведет в среднее ухо. На основной мембране расположены рецепторы слуха — *кортиева орган*, состоящий из рецепторных клеток с выступающими над ними волосками. Над рецепторными клетками нависает другая мембрана — *покровная*. Колебания мембраны овального окна передаются жидкости, находящейся в каналах. Колебания жидкости воспринимаются эластичными волокнами основной мембраны и, следовательно, рецепторными клетками. При соприкосновении этих клеток с покровной мембраной в них возникают импульсы, которые по слуховому нерву достигают подкорковых образований и далее поступают в височную область коры.

Вестибулярный аппарат

Вестибулярный аппарат регулирует положение тела в пространстве. Рецепторы вестибулярного аппарата находятся в лабиринте — в полукружных каналах и двух мешочках — *овальном* и *круглом*. Вестибулярные чувствительные клетки млекопитающих и человека образуют пять рецепторных областей — по одной в полукружных каналах, а также в овальном и круглом мешочках. Раздражителем рецепторов полукружных каналов является ускоренное движение, а рецепторов, находящихся в мешочках, т. е. отолитовых органах, — изменение головы относительно направления силы гравитации и линейного ускорения.

Полукружные каналы располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, внутри которых имеется перепончатый канал (см. рис.). Внутри него и между внутренней стороной костного лабиринта и наружной оболочкой перепончатого находится жидкость. Изменение положения тела в пространстве приводит к движению жидкости, что возбуждает находящиеся здесь рецепторные клетки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Зоология позвоночных	1
Тип хордовые	—
Подтип Бесчерепные. Класс Ланцетники	2
Подтип Позвоночные	4
Класс Рыбы	—
Класс Земноводные	6
Класс Пресмыкающиеся	9
Класс Птицы	11
Класс Млекопитающие	14
Анатомия и физиология человека	17
Общий план строения человека	—
Покровы тела	18
Строение кожи	—
Функции кожи	19
Опорно-двигательная система	20
Скелет	—
Строение кости	—
Классификация костей	21
Соединение костей	22
Скелет головы, или череп	23
Скелет туловища	—
Пояс верхних конечностей	24
Пояс нижних конечностей	—
Мышечная система	25
Гладкие мышцы	—
Поперечно-полосатые мышцы	26
Регуляция движения	27
Система органов пищеварения	28
Строение органов пищеварения	—
Пищеварительный канал	29
Печень	31
Поджелудочная железа	32
Переваривание пищи	33
Внутренняя среда организма	35
Тканевая жидкость	—
Лимфа	—
Кровь	—
Плазма крови	36
Форменные элементы крови	—
Функции крови	37
Свертывание крови	38
Иммунитет	—
Переливание крови	40

Система органов кровообращения	41
Строение и деятельность сердца	—
Работа сердца	42
Кровообращение	43
Артерии	—
Вены	—
Капилляры	—
Давление крови. Пульс	44
Регуляция кровообращения	45
Лимфообращение	—
Система органов дыхания	46
Строение органов дыхания	—
Вентиляция легких	47
Газообмен в легких и тканях	48
Нервная и гуморальная регуляция дыхания	49
Система органов выделения	50
Строение почек	—
Функции почек	51
Регуляция деятельности почек	52
Половая система	53
Мужская половая система	—
Женская половая система	—
Эмбриональное развитие человека	54
Эндокринная система	55
Гипофиз	56
Щитовидная железа	—
Паращитовидные железы	57
Поджелудочная железа	—
Надпочечники	—
Вилочковая железа	58
Регуляция деятельности желез внутренней секреции	—
Значение эндокринной регуляции	59
Нервная система	60
Рефлекс	—
Возбуждение и торможение	61
Синапсы нервной системы	62
Спинной мозг	63
Головной мозг	65
Функции головного мозга	68
Высшая нервная деятельность	69
Вегетативная нервная деятельность	71
Органы чувств	72
Вкус	—
Зрение	—
Слух	75
Вестибулярный аппарат	77

Учебное издание

Биология

8—9 классы

Шпаргалки

Справочные материалы

Составитель *Владимир Борисович Захаров*

Ответственный редактор *Е. Д. Богданова*

Компьютерная верстка *А. Е. Косых*

Художественные редакторы *О. И. Белозерский, В. Р. Орловский*

Корректор *Г. И. Мосякина*

ЛР № 061622 от 23 сентября 1992 г.

Подписано к печати с готовых диапозитивов 25.02.96. Формат 60×90 ¹/₈. Бумага газетная. Гарнитура «Школьная».
Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,0. Тираж 30 000 экз. Заказ № 1990

Издательский дом «Дрофа». 105318, Москва, ул. Щербаковская, 3

Отпечатано на Чеховском полиграфическом комбинате

Тел. (272) 71-336

Факс (272) 62-536

Издательский дом «Дрофа» выпускает
учебники и пособия известных авторов
по всем курсам школьной программы.
Оптовые поставки во все регионы России.

Телефоны: (095) 369-99-19, 369-06-53

Факс: (095) 369-06-53

105318, Москва, Щербаковская ул., 3